

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-324680

(43)Date of publication of application : 08.11.2002

(51)Int.Cl.

H05B 33/14
G09F 9/30
H05B 33/10
H05B 33/12
H05B 33/22

(21)Application number : 2001-395213

(71)Applicant : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB
CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.2001

(72)Inventor : SEO TETSUSHI
YAMAZAKI SHUNPEI

(30)Priority

Priority number : 2000400730 Priority date : 28.12.2000 Priority country : JP
2001045847 21.02.2001 JP

(54) LIGHT EMITTING DEVICE

(57)Abstract:



PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting device which has a structure of alleviating energy barrier generated in the interface of an organic compound layer having a laminated structure.

SOLUTION: By forming a mixture layer 105 consisting of a material constituting an organic compound layer (1) 102 and a material constituting an organic compound layer (2) 103 on the interface of the organic compound layer (1) 102 and the organic compound layer (2) 103, energy barrier generated between the organic compound layer (1) 102 and the organic compound layer (2) 103 can be alleviated.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of
rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The organic compound which constitutes said first layer between said first layer and said second layer in the luminescence equipment which has the organic light emitting device which contains at least the first layer which consists of an organic compound, and the second layer which consists of a different organic compound from the matter which constitutes said first layer, and the luminescence equipment which are characterized by to have a field containing both organic compound **s which constitutes said second layer.

[Claim 2] The concentration of the organic compound which constitutes said first layer in said field according to claim 1 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said 1st layer to said 2nd layer.

[Claim 3] The organic compound which constitutes said first layer between said first layer and said second layer in the luminescence equipment which has the organic light emitting device which contains at least the first layer which consists of an organic compound, and the second layer which consists of a different organic compound from the matter which constitutes said

first layer, and the luminescence equipment which are characterized by to prepare the mixolimnion containing both organic compound **s which constitutes said second layer.

[Claim 4] The concentration of the organic compound which constitutes said first layer in said mixolimnion according to claim 3 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said 1st layer to said 2nd layer.

[Claim 5] The organic compound which constitutes said hole injection layer between said hole injection layer and said electron hole transportation layer in the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing the hole injection layer which touches an anode plate, and an electron hole transportation layer, and luminescence equipment characterized by having a field containing both organic compound **s which constitutes said electron hole transportation layer.

[Claim 6] The concentration of the organic compound which constitutes said hole injection layer in said field according to claim 5 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said electron hole transportation layer from said hole injection layer.

[Claim 7] The organic compound which constitutes said hole injection layer between said hole injection layer and said electron hole transportation layer in the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing the hole injection layer which touches an anode plate, and an electron hole transportation layer, and luminescence equipment characterized by preparing the mixolimnion containing both organic compound **s which constitutes said electron hole transportation layer.

[Claim 8] The concentration of the organic compound which constitutes said hole injection layer in said mixolimnion according to claim 7 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said electron hole transportation layer from said hole injection layer.

[Claim 9] The organic compound which constitutes said electronic injection layer between said electronic injection layers and said electron transport layers in the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing the electronic injection layer which touches cathode, and an electron transport layer, and luminescence equipment characterized by having a field containing both organic compound **s which constitutes said electron transport layer.

[Claim 10] The concentration of the organic compound which constitutes said electronic injection layer in said field according to claim 9 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said electron transport layer from said electronic injection layer.

[Claim 11] The organic compound which constitutes said electronic injection layer between said electronic injection layers and said electron transport layers in the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing the electronic injection layer

which touches cathode, and an electron transport layer, and luminescence equipment characterized by preparing the mixolimnion containing both organic compound **s which constitutes said electron transport layer.

[Claim 12] The concentration of the organic compound which constitutes said electronic injection layer in said mixolimnion according to claim 11 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said electron transport layer from said electronic injection layer.

[Claim 13] The organic compound which constitutes said luminous layer between said luminous layer and said electron hole transportation layer in the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing a luminous layer and an electron hole transportation layer, and luminescence equipment characterized by having a field containing both organic compound **s which constitutes said electron hole transportation layer.

[Claim 14] The concentration of the organic compound which constitutes said luminous layer in said field according to claim 13 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said electron hole transportation layer from said luminous layer.

[Claim 15] The organic compound which constitutes said luminous layer between said luminous layer and said electron hole transportation layer in the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing a luminous layer and an electron hole transportation layer, and luminescence equipment characterized by preparing the mixolimnion containing both organic compound **s which constitutes said electron hole transportation layer.

[Claim 16] The concentration of the organic compound which constitutes said luminous layer in said mixolimnion according to claim 15 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said electron hole transportation layer from said luminous layer.

[Claim 17] The organic compound which constitutes said luminous layer between said luminous layers and said electron transport layers in the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing a luminous layer and an electron transport layer, and luminescence equipment characterized by having a field containing both organic compound **s which constitutes said electron transport layer.

[Claim 18] The concentration of the organic compound which constitutes said luminous layer in said field according to claim 17 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said electron transport layer from said luminous layer.

[Claim 19] The organic compound which constitutes said luminous layer between said luminous layers and said electron transport layers in the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing a luminous layer and an electron transport layer, and luminescence equipment characterized by preparing the mixolimnion containing both

organic compound **s which constitutes said electron transport layer.

[Claim 20] The concentration of the organic compound which constitutes said luminous layer in said mixolimnion according to claim 19 is luminescence equipment characterized by decreasing toward the direction of said electron transport layer from said luminous layer.

[Claim 21] In the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing a luminous layer, an electron hole transportation layer, and an electron transport layer It has the first field containing both the organic compound which constitutes said luminous layer between said luminous layer and said electron hole transportation layer, and organic compound [which constitutes said electron hole transportation layer] **. And between said luminous layers and said electron transport layers The organic compound which constitutes said luminous layer, and luminescence equipment characterized by having the second field containing both organic compound **s which constitutes said electron transport layer.

[Claim 22] It is luminescence equipment characterized by for the concentration of the organic compound which constitutes said luminous layer contained to said 1st field in luminescence equipment according to claim 21 decreasing toward the direction of said electron hole transportation layer from said luminous layer, and the concentration of the organic compound which constitutes said luminous layer contained to said 2nd field decreasing toward the direction of said electron transport layer from said luminous layer.

[Claim 23] In the luminescence equipment which has an organic light emitting device containing a luminous layer, an electron hole transportation layer, and an electron transport layer Between said luminous layer and said electron hole transportation layer, the first mixolimnion containing both the organic compound which constitutes said luminous layer, and organic compound [which constitutes said electron hole transportation layer] ** is prepared. And between said luminous layers and said electron transport layers The organic compound which constitutes said luminous layer, and luminescence equipment characterized by preparing the second mixolimnion containing both organic compound **s which constitutes said electron transport layer.

[Claim 24] It is luminescence equipment characterized by for the concentration of the organic compound which constitutes said luminous layer contained in said 1st mixolimnion in luminescence equipment according to claim 23 decreasing toward the direction of said electron hole transportation layer from said luminous layer, and the concentration of the organic compound which constitutes said luminous layer contained in said 2nd mixolimnion decreasing toward the direction of said electron transport layer from said luminous layer.

[Claim 25] Luminescence equipment with which the energy difference of the highest occupied molecular orbital of the matter and a minimum sky molecular orbital which constitute said luminous layer is characterized by being lower than the energy difference of the highest

occupied molecular orbital of the matter and a minimum sky molecular orbital which constitute said electron hole transportation layer, and being lower than the energy difference of the highest occupied molecular orbital of the matter and a minimum sky molecular orbital which constitute said electron transport layer in luminescence equipment according to claim 21 to 24.

[Claim 26] In luminescence equipment according to claim 21 to 25 said luminous layer A host ingredient and luminescent material with the energy difference of a highest occupied molecular orbital and a minimum sky molecular orbital lower than said host ingredient, since -- the energy difference of the highest occupied molecular orbital of said luminescent material and a minimum sky molecular orbital Luminescence equipment characterized by being lower than the energy difference of the highest occupied molecular orbital of the matter and a minimum sky molecular orbital which constitute said electron hole transportation layer, and being lower than the energy difference of the highest occupied molecular orbital of the matter and a minimum sky molecular orbital which constitute said electron transport layer.

[Claim 27] It is luminescence equipment with which said organic light emitting device is characterized by luminescence from a triplet excitation state in luminescence equipment according to claim 1 to 26.

[Claim 28] The electric appliance characterized by using luminescence equipment according to claim 1 to 27.

[Claim 29] In the luminescence equipment which has the organic light emitting device which prepared the organic compound film containing an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, and luminescent material between an anode plate and cathode said organic compound film The electron hole transportation zone which consists of said electron hole transportation ingredient one by one about the direction of [from said anode plate] said cathode, The first mixing zone containing both said electron hole transportation ingredient and said luminescent material, Luminescence equipment characterized by being the structure where the luminescence field which consists of said luminescent material, the second mixing zone containing both said electronic transportation ingredient and said luminescent material, the electronic transportation zone which consists of said electronic transportation ingredient, and ** were connected.

[Claim 30] In the luminescence equipment which has the organic light emitting device which prepared the organic compound film containing an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, and luminescent material, and the hole-injection field adjacent to said anode plate between an anode plate and cathode The electron hole transportation zone where said organic compound film consists of said electron hole transportation ingredient one by one about the direction of [from said anode plate] said cathode, The first mixing zone containing both said electron hole transportation ingredient and

said luminescent material, Luminescence equipment characterized by being the structure where the luminescence field which consists of said luminescent material, the second mixing zone containing both said electronic transportation ingredient and said luminescent material, the electronic transportation zone which consists of said electronic transportation ingredient, and ** were connected.

[Claim 31] In the luminescence equipment which has the organic light emitting device which prepared the organic compound film containing an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, and luminescent material, and the electron injection field adjacent to said cathode between an anode plate and cathode The electron hole transportation zone where said organic compound film consists of said electron hole transportation ingredient one by one about the direction of [from said anode plate] said cathode, The first mixing zone containing both said electron hole transportation ingredient and said luminescent material, Luminescence equipment characterized by being the structure where the luminescence field which consists of said luminescent material, the second mixing zone containing both said electronic transportation ingredient and said luminescent material, the electronic transportation zone which consists of said electronic transportation ingredient, and ** were connected.

[Claim 32] In the luminescence equipment which has the organic light emitting device which prepared the organic compound film containing an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, and luminescent material, the hole-injection field adjacent to said anode plate, and the electron injection field adjacent to said cathode between an anode plate and cathode The electron hole transportation zone where said organic compound film consists of said electron hole transportation ingredient one by one about the direction of [from said anode plate] said cathode, The first mixing zone containing both said electron hole transportation ingredient and said luminescent material, Luminescence equipment characterized by being the structure where the luminescence field which consists of said luminescent material, the second mixing zone containing both said electronic transportation ingredient and said luminescent material, the electronic transportation zone which consists of said electronic transportation ingredient, and ** were connected.

[Claim 33] In the luminescence equipment which has the organic light emitting device which prepared the organic compound film containing an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, luminescent material, and the host ingredient to said luminescent material between an anode plate and cathode The electron hole transportation zone where said organic compound film consists of said electron hole transportation ingredient one by one about the direction of [from said anode plate] said cathode, The first mixing zone containing both said electron hole transportation ingredient and said host ingredient, Luminescence equipment characterized by being the structure where the luminescence field where said luminescent material was added, the second mixing zone containing both said

electronic transportation ingredient and said host ingredient, the electronic transportation zone which consists of said electronic transportation ingredient, and ** were connected to said host ingredient.

[Claim 34] In the luminescence equipment which has the organic light emitting device which prepared the organic compound film containing an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, luminescent material, and the host ingredient to said luminescent material, and the hole-injection field adjacent to said anode plate between an anode plate and cathode The electron hole transportation zone where said organic compound film consists of said electron hole transportation ingredient one by one about the direction of [from said anode plate] said cathode, The first mixing zone containing both said electron hole transportation ingredient and said host ingredient, Luminescence equipment characterized by being the structure where the luminescence field where said luminescent material was added, the second mixing zone containing both said electronic transportation ingredient and said host ingredient, the electronic transportation zone which consists of said electronic transportation ingredient, and ** were connected to said host ingredient.

[Claim 35] In the luminescence equipment which has the organic light emitting device which prepared the organic compound film containing an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, luminescent material, and the host ingredient to said luminescent material, and the electron injection field adjacent to said cathode between an anode plate and cathode The electron hole transportation zone where said organic compound film consists of said electron hole transportation ingredient one by one about the direction of [from said anode plate] said cathode, The first mixing zone containing both said electron hole transportation ingredient and said host ingredient, Luminescence equipment characterized by being the structure where the luminescence field where said luminescent material was added, the second mixing zone containing both said electronic transportation ingredient and said host ingredient, the electronic transportation zone which consists of said electronic transportation ingredient, and ** were connected to said host ingredient.

[Claim 36] The organic compound film which contains an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, luminescent material, and the host ingredient to said luminescent material between an anode plate and cathode, In the luminescence equipment which has the organic light emitting device which prepared the hole-injection field adjacent to said anode plate, and the electron injection field adjacent to said cathode said organic compound film The electron hole transportation zone which consists of said electron hole transportation ingredient one by one about the direction of [from said anode plate] said cathode, The first mixing zone containing both said electron hole transportation ingredient and said host ingredient, Luminescence equipment characterized by being the structure where the luminescence field where said luminescent material was added, the

second mixing zone containing both said electronic transportation ingredient and said host ingredient, the electronic transportation zone which consists of said electronic transportation ingredient, and ** were connected to said host ingredient.

[Claim 37] It is luminescence equipment characterized by said hole-injection field coming to add Lewis acid to the organic compound of conjugated system in luminescence equipment given in any 1 term of claim 30, claim 32, claim 34, or claim 36.

[Claim 38] luminescence equipment according to claim 37 -- the luminescence equipment which is and is characterized by the organic compound of said conjugated system being a high molecular compound.

[Claim 39] luminescence equipment according to claim 37 -- the luminescence equipment which is and is characterized by said Lewis acid being a compound containing a halogen.

[Claim 40] It is luminescence equipment characterized by said electron injection field coming to add a Lewis base to the organic compound of conjugated system in luminescence equipment given in any 1 term of claim 31, claim 32, claim 35, or claim 36.

[Claim 41] It is luminescence equipment characterized by being the compound with which said Lewis base contains alkali metals in luminescence equipment according to claim 40.

[Claim 42] It is luminescence equipment characterized by said organic light emitting device presenting luminescence from a triplet excitation state in luminescence equipment given in any 1 term of claim 29 thru/or claim 41.

[Claim 43] Either [at least] said first mixing zone or said second mixing zone is luminescence equipment characterized by forming the concentration gradient in luminescence equipment given in any 1 term of claim 29 thru/or claim 42.

[Claim 44] The electric appliance characterized by using the luminescence equipment of a publication for any 1 term of claim 29 thru/or claim 43.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the luminescence equipment using the organic light emitting device which has the film (it is hereafter described as an "organic compound layer") containing the organic compound with which luminescence is obtained by adding electric field, an anode plate, and cathode. this invention -- especially -- the former -- driver voltage -- low -- in addition -- and the life of a component is related with the luminescence equipment using an organic long light emitting device. In addition, the luminescence equipment in this specification points out an image display device or a luminescence device using the organic light emitting device as a light emitting device. Moreover, it is a connector (FPC:flexible printed circuit) (or the module with which a TAB (Tape Automated Bonding) tape or TCP (Tape Carrier Package) was attached, the module with which the printed wired board was prepared in the point of a TAB tape or TCP, or all the modules by which IC (integrated circuit) was directly mounted in the organic light emitting device by the COG (Chip On Glass) method shall also be included in luminescence equipment), for example, an anisotropic conductive film, to an organic light emitting device.

[0002]

[Description of the Prior Art] An organic light emitting device is a component which emits light by adding electric field. It is said that the luminescent mechanism emits energy and emits light in case the electron hole poured in from the electron poured in from cathode by impressing an electrical potential difference to inter-electrode on both sides of an organic compound layer and the anode plate recombines in the emission center in an organic compound layer, a molecule exciton is formed and the molecule exciton returns to a ground state.

[0003] In addition, as a class of molecule exciton which an organic compound forms, although a singlet excitation state and a triplet excitation state are possible, suppose that it contains also when which excitation state contributes to luminescence in this specification.

[0004] In such an organic light emitting device, an organic compound layer is usually formed with a thin film to the extent that it is less than 1 micrometer. Moreover, since the organic compound layer itself is the spontaneous light type component which emits light, a back light of an organic light emitting device which is used for the conventional liquid crystal display is also unnecessary. Therefore, an organic light emitting device is an advantage with big it being extremely producible to a thin light weight.

[0005] Moreover, considering the carrier mobility of an organic compound layer, time amount after pouring in a carrier in an about 100-200nm organic compound layer until it results in recombination is about dozens of nanoseconds, and even if it includes the process from the recombination of a carrier to luminescence, it results in luminescence to the order within a

microsecond, for example. Therefore, it is one of the features that a speed of response is also very quick.

[0006] Furthermore, since an organic light emitting device is an organic light emitting device of a carrier impregnation mold, the drive with direct current voltage is possible for it, and a noise cannot produce it easily. About driver voltage, thickness of an organic compound layer is first used as an about 100nm uniform super-thin film. Moreover, by choosing an electrode material which makes small the carrier impregnation obstruction over an organic compound layer, and introducing hetero structure (laminated structure) further there is a report that sufficient brightness of 100 cd/m² was attained by 5.5V ("Organic electroluminescent diodes" [VanSlyke and] reference 1:C.W.Tang and S.A. -) Applied Physics Letters, vol.51, No.12, and 913-915 (1987).

[0007] From properties, such as such thin light weight, high-speed responsibility, direct-current low-battery drives, etc., the organic light emitting device attracts attention as a next-generation flat-panel display component. Moreover, it is a spontaneous light type, and since the angle of visibility is large, visibility is also comparatively good and it is thought that it is effective as a component used for the display screen of an electric appliance.

[0008] By the way, although it is the configuration of the organic light emitting device shown in reference 1, it considers as the approach of making a carrier impregnation obstruction small first, and to the low top, a work function uses a comparatively stable Mg:Ag alloy for cathode, and is raising electronic impregnation nature. By this, it makes it possible to inject a lot of carriers into an organic compound layer.

[0009] Furthermore, the recombination effectiveness of a carrier is raised by leaps and bounds as an organic compound layer by applying the single hetero structure of carrying out the laminating of the electronic transportability luminous layer which consists of an electron hole transportation layer which consists of a diamine compound, and a tris (8-quinolinolato) aluminum complex (it is hereafter described as "Alq3"). This is explained as follows.

[0010] For example, in the case of the organic light emitting device which has only Alq3 monolayer, most electrons poured in from cathode since Alq3 was electronic transportability arrive at an anode plate, without recombining with an electron hole, and the effectiveness of luminescence is very bad. That is, in order to make the organic light emitting device of a monolayer emit light efficiently (it drives by the low battery), it is necessary to use the ingredient (for it to be hereafter described as a "bipolar ingredient") which can convey both an electron and an electron hole with sufficient balance, and Alq3 does not fulfill the condition.

[0011] However, if terrorism structure (two-layer structure) is applied to a single like reference 1, the electron poured in from cathode will be blocked by the interface of an electron hole transportation layer and an electronic transportability luminous layer, and will be shut up into an electronic transportability luminous layer. Therefore, recombination of a carrier is efficiently

performed by the electronic transportability luminous layer, and it results in efficient luminescence.

[0012] If the concept of the blocking function of such a carrier is developed, it will also become possible to control the recombination field of a carrier. By inserting the layer (electron hole blocking layer) which can block an electron hole between an electron hole transportation layer and an electron transport layer as the example, an electron hole is shut up in an electron hole transportation layer, and there is a report which succeeded in making the electron hole transportation layer emit light. (Reference 2: Yasunori KIJIMA, Nobutoshi ASAI and Shin-ichiro TAMURA, "ABlue Organic Light Emitting Diode", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.38, 5274-5277 (1999)) . In addition, since the electron hole blocking layer which consists of an ingredient as shown by reference 2 has excitation energy higher than a luminous layer, it has also played the role which prevents diffusion of a molecule exciton.

[0013] Moreover, it can be said that functional separation that, as for the organic light emitting device in reference 1, an electron hole transportation layer performs transportation of an electron hole, and an electronic transportability luminous layer performs electronic transportation and electronic luminescence is the description. The concept of this functional separation develops further and the technique to which an ingredient different, respectively bears electron hole transportation, electronic transportation, and three kinds of functions of luminescence came to be proposed. It is for carrier transportability's being able to use an ingredient with high luminous efficiency as a luminescent material as it is scarce, and its luminous efficiency of an organic light emitting device also improving in connection with it by this technique.

[0014] The typical technique is doping of coloring matter (reference 3: C.W.Tang, S.A.VanSlyke, and C.H.Chen, "Electroluminescence of doped organic thin films", Journal of Applied Physics, vol.65, No.9, and 3610-3616 (1989)). That is, as shown in drawing 13 (a), the luminescent color of coloring matter 1103 is obtained by doping coloring matter 1103 to an electron transport layer 1102 in terrorism structure to the single which formed the electron hole transportation layer 1101 and the electron transport layer 1102 (it is also a luminous layer). Coloring matter 1103 is considered also when doping to the electron hole transportation layer 1101 side.

[0015] On the other hand, as shown in drawing 13 (b) Between an electron hole transportation layer and an electron transport layer A luminous layer There is also the technique of terrorism structure (3 layer structure) to the double of inserting (). [reference 4: Chihaya ADACHI, Shizuo TOKITO, Tetsuo TSUTSUI and Shogo SAITO,] ["Electroluminescence] in Organic Films with Three-Layered Structure", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.27, No.2, L269-L271 (1988). Since in the case of this technique an electron hole is poured into a luminous layer 1104 from the electron hole transportation layer 1101 and an electron is poured into a

luminous layer 1104 from an electron transport layer 1102, respectively, the recombination of a carrier happens in a luminous layer 1104, and it results in luminescence in the luminescent color of the ingredient used as a luminous layer 1104.

[0016] As an advantage of such functional separation, it is in the point that it becomes unnecessary to give various functions (the luminescence, carrier transportability, carrier impregnation nature from an electrode, etc.) to one kind of organic material to coincidence, and a broad degree of freedom can be given to a molecular design etc., by carrying out functional separation (it becomes unnecessary for example, to look for a bipolar ingredient by force). That is, by combining respectively an ingredient with a sufficient luminescence property, the ingredient in which carrier transportability is excellent, I hear that high luminous efficiency can be attained easily, and it is.

[0017] It is widely used until the concept (a carrier blocking function or functional separation) of the laminated structure stated by reference 1-4 itself results in current from these advantages.

[0018]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since a laminated structure which was described above is junction between dissimilar material, in the interface, an energy barrier will surely produce it. If an energy barrier exists, since migration of a carrier is barred in the interface, two troubles which are described below will be raised.

[0019] One is the point of becoming a failure towards the further reduction of driver voltage, first. In a current organic light emitting device, it actually compares with the component of a laminated structure about driver voltage. The direction of the component of monolayer structure using a conjugation polymer is excellent. The top data in power effectiveness (unit : [lm/W]) it is reported that it holds (however, luminescence from a singlet excitation state is compared and luminescence from a triplet excitation state is removed) (reference 5:Tetsuo Tsutsui --) A Japan Society of Applied Physics organic molecule and "bioelectronics subcommittee meeting magazine" Vol.11, No.1, P.8 (2000).

[0020] In addition, the conjugation polymer stated by reference 5 is a bipolar ingredient, and can attain level equivalent to a laminated structure about the recombination effectiveness of a carrier. Therefore, if even recombination effectiveness of a carrier is made to an EQC by using a bipolar ingredient etc., without using a laminated structure, the direction of monolayer structure with few interfaces shows [driver voltage] in practice that it becomes low.

[0021] For example, an ingredient which eases an energy barrier is inserted in an interface with an electrode. The impregnation nature of a carrier It raises. Driver voltage there is the approach of reducing (it TakeoWakimoto(es) reference 6: --) Yoshinori Fukuda and Kenichi Nagayama and Akira Yokoi, Hitoshi Nakada and Masami Tsuchida and "Organic EL Cells Using Alkaline Metal Compounds as Electron Injection Materials", IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, VOL.44, NO.8, 1245-1248 (1997). By reference 6, it has succeeded in

reduction of driver voltage by using Li₂O as an electronic injection layer.

[0022] However, it is related with the carrier migratory between organic materials (for example, it is a thing between an electron hole transportation layer and a luminous layer, and is hereafter described as "between organic layers"), and it is still thought that it is an unsolved field and is the important point for catching up with the low driver voltage of monolayer structure.

[0023] Furthermore, the effect to the component life of an organic light emitting device can be considered as another trouble resulting from an energy barrier. That is, it is the fall of the brightness by impregnation of a carrier being barred and charge being accumulated.

[0024] By inserting a hole injection layer between an anode plate and an electron hole transportation layer, and making it further ac drive of a square wave instead of dc drive, although the theory which clarified about this degradation device is not established The fall of brightness There is a report that it can stop (). [reference 7:S.] A.VanSlyke and C.H.Chen, and C.W.Tang and "Organic electroluminescent devices with improved stability", Applied Physics Letters, Vol.69, No.15, 2160-2162 (1996). By inserting a hole injection layer and carrying out ac drive, this eliminates are recording of charge and can be said to be experimental backing that the fall of brightness can be suppressed.

[0025] the above thing to a laminated structure -- easy -- the recombination effectiveness of a carrier -- it can raise -- in addition -- and while it has the merit that selection width of face of an ingredient can be made large from a viewpoint of functional separation, by making between [much] organic layers, migration of a carrier is barred and it can be said that the fall of driver voltage or brightness is affected.

[0026] then -- while harnessing the advantage (a carrier blocking function or functional separation) of the laminated structure used conventionally in this invention -- in addition -- and the life of a component makes it a technical problem to offer an organic long light emitting device by easing the energy barrier between organic layers in the top where driver voltage is lower than before.

[0027] moreover, the thing for which such an organic light emitting device is used -- the former -- driver voltage -- low -- in addition -- and let it be a technical problem to offer the long luminescence equipment of a life. furthermore, the thing for which an electric appliance is produced using said luminescence equipment -- the former -- a low power -- it is -- in addition - - and let it be a technical problem to offer the electric appliance which merit-maintains and is carried out.

[0028] By the way, the technique of doping of coloring matter 1103 like drawing 13 (a) does not show luminescence in the state of a solid-state, but only when it distributes by low concentration in a solution, even if it is the ingredient (example; Quinacridone) with which luminescence is observe, it has the merit of be applicable to an organic light emitting device.

That is, concentration quenching can be said to be effective technique to a lifting or cone luminescent material.

[0029] However, the amount which dopes coloring matter is usually ultralow volume (1wt% may be cut), and when producing an organic light emitting device with the vacuum evaporation technique generally used widely, it has the demerit that control of the amount of vacuum evaporations is difficult. To the amount of the coloring matter to add, especially luminous efficiency is sensitive and can consider that dispersion for every produced component arises.

[0030] Moreover, in the case of the technique of doping of coloring matter, coloring matter serves as a guest. In this case, the energy difference (it is hereafter described as "excitation energy level") of the highest occupied molecular orbital (HOMO) of a host ingredient and a minimum sky molecular orbital (LUMO) needs to be larger than that of a guest. In addition, a host also needs to have carrier transportability. Furthermore, it raises luminous efficiency more preferably that a host's maximum luminescence wavelength and a guest's absorption maximum wavelength match.

[0031] Since a host [as opposed to a blue guest in a place] needs still bigger excitation energy level than the light of short wavelength which is blue, selection of a host ingredient is limited greatly. If it results in the host to a red guest, the ingredient which filled all the above-mentioned demands is not reported. Therefore, it is also one of the demerits of the technique of doping of coloring matter that the optimal host ingredient to the coloring matter to dope must be chosen.

[0032] Considering the above thing, it is thought to double like drawing 13 (b) that the terrorism structure (electron hole transportation layer + luminous layer + electron transport layer) is more desirable. Since the not necessarily big carrier transportability of a certain thing of constraint that what emits light also by the solid state must be chosen as an ingredient used for a luminous layer (that is, the ingredient which carries out concentration quenching cannot be used) is unnecessary, the selection width of face of an ingredient is comparatively wide.

[0033] However, to double like drawing 13 (b), since terrorism structure is junction between three kinds of dissimilar material, it will produce an interface (it is hereafter described as "an organic interface") between each class (between the electron hole transportation layer 1101 and luminous layers 1104 and between an electron transport layer 1102 and luminous layers 1104). Therefore, two troubles described in the top are raised as a trouble resulting from forming an organic interface.

[0034] That is, since terrorism structure has made the organic interface to the both ends of a luminous layer to it while functional separation has the big merit of becoming possible, to double like drawing 13 (b), without using the technique of doping of coloring matter, migration of the carrier to a luminous layer is barred and it is considered to it to have had big effect on driver voltage or a component life.

[0035] So, especially in this invention, the thought of functional separation double of terrorism structure harnesses, and each function makes a technical problem what is made discovered (it is hereafter described as "a functional manifestation") at the same time it eliminates the organic interface in terrorism structure to the double used conventionally and raises migratory [of a carrier]. Thereby, the life of a component makes it a technical problem to offer an organic long light emitting device in the top where driver voltage is lower than before.

[0036] moreover, the thing for which such an organic light emitting device is used -- the former -- driver voltage -- low -- in addition -- and let it be a technical problem to offer the long luminescence equipment of a life. furthermore, the thing for which an electric appliance is produced using said luminescence equipment -- the former -- a low power -- it is -- in addition - and let it be a technical problem to offer the electric appliance which merit-maintains and is carried out.

[0037]

[Means for Solving the Problem] As a model with which migration of a carrier is barred by formation of an organic interface, this invention person considered two devices which are described below.

[0038] What is produced from the mol follow G of an organic interface can be first considered as one device. The organic compound film in an organic light emitting device is usually film of an amorphous condition, and this is formed when the molecules of an organic compound condense by the intermolecular force mainly concerned with the dipole interaction. However, if hetero structure is formed using the floc of such a molecule, the difference in the size of a molecule or a configuration may have big effect on the interface (namely, organic interface) of a laminated structure.

[0039] When the size of a molecule forms a laminated structure especially using a greatly different ingredient, it is thought that the adjustment of the junction in the organic interface worsens. The conceptual diagram is shown in drawing 14 . In drawing 14 , the laminating of the first layer 1411 which consists of a small molecule 1401, and the second layer 1412 which consists of a large molecule 1402 is carried out. In this case, the field 1414 where adjustment is bad will occur in the organic interface 1413 formed.

[0040] Since the field 1414 where the adjustment shown by drawing 14 is bad may serve as barrier (or energy barrier) which bars migration of a carrier, becoming a failure towards the further reduction of driver voltage is suggested. Moreover, the carrier which cannot exceed an energy barrier may be accumulated as charge, and may carry out induction of the fall of brightness which was described previously.

[0041] What is produced from the process (that is, an organic interface is formed) which forms a laminated structure as another device can be considered. The organic light emitting device of a laminated structure is usually produced using the vacuum evaporatio equipment of a multi

chamber method (in-line method) as shown in drawing 15 , in order to avoid the contamination at the time of forming each class.

[0042] The example shown in drawing 15 is the conceptual diagram of the vacuum evaporationo equipment for forming terrorism structure in the double of an electron hole transportation layer, a luminous layer, and an electron transport layer. First, an anode plate front face is cleaned by carrying in to a carrying-in room the substrate which has anode plates (indium stannic acid ghost (it is hereafter described as "ITO") etc.), and irradiating ultraviolet rays in a vacuum ambient atmosphere at a UV irradiation room first. When especially an anode plate is an oxide like ITO, oxidation treatment is performed at a pretreatment room.

Furthermore, in order to form each class of a laminated structure, a luminous layer (in drawing 15 , it considered as three colors of red, green, and blue) is formed at the vacuum evaporationo rooms 1502-1504, an electron transport layer is formed for an electron hole transportation layer at the vacuum evaporationo room 1505 at the vacuum evaporationo room 1501, and cathode is vapor-deposited at the vacuum evaporationo room 1506. Finally, the closure is performed at a closure room, it takes out from a taking-out room, and an organic light emitting device is obtained. 1511-1516 are each source of vacuum evaporationo.

[0043] It is having vapor-deposited vacuum evaporationo of each class at vacuum evaporationo rooms 1501-1505 different, respectively as a special feature of the vacuum evaporationo equipment of such an in-line method. That is, it is the equipment configuration which the ingredient of each class does not almost mix mutually.

[0044] By the way, although the interior of vacuum evaporationo equipment is usually decompressed by about 10⁻⁴ to 10⁻⁵ pascals, the gas components (oxygen, water, etc.) of ultralow volume exist. And in the case of the degree of vacuum of this level, also of the gas component of these ultralow volume, if it is also several seconds, it is said that the adsorption layer of single molecule layer extent will be formed easily.

[0045] Therefore, when producing the organic light emitting device of a laminated structure using equipment like drawing 15 , while forming each class, it is a problem that a big interval arises. That is, an interval while forming each class, in case it conveys via the second conveyance room especially, there is concern which forms the adsorption layer (it is hereafter described as an "impurity layer") by the gas component of ultralow volume.

[0046] The conceptual diagram is shown in drawing 16 . In case drawing 16 carries out the laminating of the first layer 1611 which consists of the first organic compound 1601, and the second layer 1612 which consists of the second organic compound 1602, the impurity layer 1613 which consists of impurities 1603 of a minute amount (water, oxygen, etc.) seems to be formed between the layer.

[0047] Thus, after completion of an organic light emitting device, since the impurity layer formed between each class (namely, organic interface) serves as an impurity range which

carries out the trap of the carrier and bars migration of a carrier, it will raise driver voltage too. Furthermore, since charge will be accumulated there when the impurity range which carries out the trap of the carrier exists, induction of the fall of brightness which was described previously may be carried out.

[0048] In consideration of such structure, this invention person devised technique as shown in drawing 1 as the technique of solving said technical problem. Namely, when the laminating of organic compound layer (1) 102 and organic compound layer (2) 103 is carried out between the anode plate 101 of an organic light emitting device, and cathode 104 like drawing 1, Between not the laminated structure (drawing 1 (A)) in which the conventional clear interface exists but organic compound layer (1) 102, and organic compound layer (2) 103 Organic compound layer (1) It is the structure (drawing 1 (B)) which forms the mixolimnion 105 which consists of both ingredients which constitute the ingredient which constitutes 102, and organic compound layer (2) 103. In addition, even if the interface of organic compound layer (1) 102 or organic compound layer (2) 103 is not clear, the field where both ingredients which constitute the ingredient which constitutes organic compound layer (1) 102, and organic compound layer (2) 103 are contained shall be included in a mixolimnion here.

[0049] With such a component, the organic interface in the conventional laminated structure described previously does not exist on parenchyma. Therefore, the trouble (mol follow G aggravation of an organic interface and formation of an impurity layer) produced in an above-mentioned organic interface is solvable.

[0050] First, solution of an organic interface of mol follow G aggravation is explained using drawing 20. the field 1811 which consists of a molecule 1801 with small drawing 20, the field 1812 which consists of a large molecule 1802, and the mixing zone 1813 containing both the small molecule 1801 and the large molecule 1802 -- since -- it is the cross section of the becoming organic compound film. The organic interface 1413 which existed by drawing 14 does not exist, and the field 1414 where adjustment is bad does not exist, either, so that clearly from drawing 20.

[0051] moreover, this is simple although it is solution of formation of an impurity layer -- it is clear. When producing an organic light emitting device like drawing 17, the first mixing zone is formed on an anode plate by vapor-depositing an electron hole transportation ingredient and vapor-depositing luminescent material in the form of vapor codeposition from the middle in addition to it, and after forming the first mixing zone, only luminescent material is vapor-deposited by stopping vacuum evaporatono of an electron hole transportation ingredient. The following will be the same in the condition of having always vapor-deposited the ingredient, without forming an organic interface until it finishes forming an electronic transportation zone. Therefore, the interval produced in case an organic light emitting device is produced using vacuum evaporatono equipment like drawing 15 does not exist. That is, the spare time which

forms an impurity layer is not given.

[0052] Therefore, it is thought that the energy barrier which exists between organic layers is reduced as compared with the conventional structure shown in drawing 1 (A), and its impregnation nature of a carrier improves by applying structure as shown in drawing 1 (B). Although the energy band Fig. in the structure of drawing 1 (A) is as being shown in drawing 1 (C), when the structure of preparing a mixolimnion between organic layers as shown in drawing 1 (B) is formed, specifically, an energy band Fig. becomes like drawing 1 (D). That is, the energy barrier between organic layers is eased by forming continuation junction structure, and a continuous energy change is formed. Therefore, reduction of driver voltage and prevention of a brightness fall are attained.

[0053] In the luminescence equipment which has the organic light emitting device which contains at least the first layer which consists of an organic compound, and the second layer which consists of a different organic compound from the matter which constitutes said first layer by this invention from the above thing It is characterized by preparing the mixolimnion containing both the organic compound which constitutes said first layer, and organic compound [which constitutes said second layer] ** between said first layer and said second layer.

[0054] The combination of the first layer described in the top and the second layer is shown in Table 1. combination A-E may be introduced independently – you may carry out, compound and introduce (for example, both A and B). (for example, only in case of A)

[0055]

[Table 1]



[0056] Moreover, when compounding and introducing combination C and D, luminous efficiency can be further raised by preventing diffusion of the molecule exciton formed by the luminous layer (namely, when introducing a mixolimnion into both the interfaces of a luminous layer). Therefore, as for the excitation energy of a luminous layer, it is desirable that it is lower than the excitation energy of an electron hole transportation layer and the excitation energy of an electron transport layer. In this case, since a scarce luminescent material can also be used for carrier transportability as a luminous layer, there is an advantage to which the selection width of face of an ingredient spreads. In addition, the excitation energy as used in the field of in this specification means the energy difference of the highest occupied molecular orbital (HOMO: highest occupied molecular orbital) and a minimum sky molecular orbital (LUMO: lowest unoccupied molecular orbital) in a molecule.

[0057] Still more preferably, a luminous layer is constituted from a host ingredient and luminescent material (dopant) with excitation energy lower than a host ingredient, and it is designing so that the excitation energy of a dopant may become lower than the excitation energy of an electron hole transportation layer, and the excitation energy of an electron transport layer. Diffusion of the molecule exciton of a dopant can be prevented and a dopant can be made to emit light effectively by this. Moreover, if a dopant is the ingredient of a carrier trap mold, the recombination effectiveness of a carrier can also be raised.

[0058] Moreover, in this invention described above, it is thought that it is very effective to join a mixolimnion continuously as a means which raises migratory [of a carrier] further. In addition, in formation of a mixolimnion, the technique of giving a concentration gradient to a mixolimnion is desirable. Therefore, in this invention, it is characterized by forming the concentration gradient in a mixolimnion.

[0059] furthermore -- at the same time this invention person eliminates the organic interface in terrorism structure to double -- in addition -- and the technique of realizing the organic light emitting device in which a functional manifestation is possible was devised. The conceptual diagram is shown in drawing 17 . In addition, although the anode plate 1702 is formed on the substrate 1701 here, it is very good in the reverse structure of forming the cathode 1704 on a substrate.

[0060] With the component of drawing 17 , the electron hole transportation zone 1705 which consists of an electron hole transportation ingredient, the luminescence field 1706 which consists of luminescent material, and the electronic transportation zone 1707 which consists of an electronic transportation ingredient are formed in the organic compound film 1703 containing an electron hole transportation ingredient, luminescent material, and an electronic transportation ingredient. Furthermore, the first mixing zone 1708 where an electron hole transportation ingredient and luminescent material were mixed, and the second mixing zone 1709 where an electronic transportation ingredient and luminescent material were mixed are formed as a description of this invention.

[0061] The example of the concentration profile of the direction of thickness in the component of drawing 17 is shown in drawing 18 and drawing 19 . When the presentation ratio of the electron hole transportation ingredient and luminescent material in the first mixing zone 1708 is fixed at $x:z1$ and the presentation ratio of the electronic transportation ingredient and luminescent material in the second mixing zone 1709 is fixed at $y:z2$, it becomes like drawing 18 . Moreover, when the concentration gradient is formed in the first mixing zone 1708 and second mixing zone 1709, it becomes like drawing 19 .

[0062] As the component of drawing 17 was also mentioned above, in order not to form an organic interface, migration of a carrier is lubricous and having a bad influence on the life of driver voltage and a component is lost. Furthermore, since functional separation as well as

terrorism structure is carried out to the conventional double, it is satisfactory also in respect of luminous efficiency.

[0063] Moreover, it can be said to the conventional hetero structure (laminated structure) being mere junction (hetero-junction) between dissimilar material that the structure of this invention is mixed junction (mixed-junction) so to speak, and is an organic light emitting device based on a new concept.

[0064] Therefore, it sets to the luminescence equipment which has the organic light emitting device which prepared the organic compound film containing an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, and luminescent material between an anode plate and cathode in this invention. The electron hole transportation zone where said organic compound film consists of said electron hole transportation ingredient one by one about the direction of [from said anode plate] said cathode, It is characterized by being the structure where the first mixing zone containing both said electron hole transportation ingredient and said luminescent material, the luminescence field which consists of said luminescent material, the second mixing zone containing both said electronic transportation ingredient and said luminescent material, the electronic transportation zone which consists of said electronic transportation ingredient, and ** were connected.

[0065] Moreover, the hole-injection field 1710 which consists of an ingredient (it is hereafter described as a "hole-injection ingredient") which raises the impregnation nature of an electron hole between an anode plate 1702 and the organic compound film 1703 like drawing 21 (a) may be inserted. Or the electron injection field 1711 which consists of an ingredient (it is hereafter described as an "electron injection ingredient") which raises electronic impregnation nature between cathode 1704 and the organic compound film 1703 like drawing 21 (b) may be inserted. Furthermore, you may also incorporate both a hole-injection field and an electron injection field.

[0066] In this case, since a hole-injection ingredient or an electron injection ingredient is an ingredient for making small the carrier impregnation obstruction from an electrode to the organic compound film, it makes lubrication migration of a carrier on the organic compound film from an electrode, and has the effectiveness which can eliminate are recording of charge. However, it is desirable to form an interval as a dish between a viewpoint to each impregnation ingredient and organic compound film which avoid formation of an impurity layer which was described previously.

[0067] Moreover, the component which doped luminescent material may be used for a host ingredient as a luminescence field of the organic light emitting device of this invention which was described until now. Namely, as shown in drawing 22 , it sets on the organic compound film 11003 containing an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, luminescent material, and the host ingredient to said luminescent material. The

electron hole transportation zone 11005 which consists of an electron hole transportation ingredient, the luminescence field 11006 where luminescent material 11012 was added by the host ingredient, and the electronic transportation zone 11007 which consists of an electronic transportation ingredient are formed. Further as a description of this invention The first mixing zone 11008 where the electron hole transportation ingredient and the host ingredient were mixed, and the second mixing zone 11009 where the electronic transportation ingredient and the host ingredient were mixed are formed.

[0068] With such a component, as drawing 13 (a) explained, there is a demerit that control of the amount which dopes luminescent material 11012 is difficult. However, about a host ingredient, since big carrier transportability is unnecessary compared with the structure of drawing 13 (a), the merit that the selection width of face of a host ingredient is wide exists. Moreover, in order to lower driver voltage, if the thickness of the luminescence field 11006 is reduced, a carrier may usually bypass a luminescence field, but since [which is doping luminescent material 11012] it can protect a grade, it is effective.

[0069] Furthermore, the hole-injection field 11010 which consists of a hole-injection ingredient between an anode plate 11002 and the organic compound film 11003 may be inserted to the component of drawing 22 . Or the electron injection field 11011 which consists of an electron injection ingredient may be inserted between cathode 11004 and the organic compound film 11003. Furthermore, you may also incorporate both a hole-injection field and an electron injection field. In addition, drawing 22 showed the example in which both the hole-injection field 11010 and the electron injection field 11011 were formed.

[0070] When preparing a hole-injection field to the organic light emitting device described above, it is desirable to use the conductive ingredient of p mold especially. As the example, Lewis acid is added to the organic compound of pi electron conjugated system, and the technique of raising conductivity can be considered. Moreover, it is desirable to use the high molecular compound which can form membranes by wet spreading from a viewpoint of the forming-membranes method. Furthermore, as Lewis acid, the compound containing halogens, such as iodine, is desirable.

[0071] Moreover, when preparing an electron injection field to the organic light emitting device described above, it is desirable to use the conductive ingredient of n mold especially. As the example, a Lewis base is added to the organic compound of pi electron conjugated system, and the technique of raising conductivity can be considered. As a Lewis base, the compound containing alkali metals, such as caesium, is desirable.

[0072] By the way, the energy emitted in case it returns from the triplet excitation state from a viewpoint of luminous efficiency to a ground state in recent years The organic light emitting device which can change (it is hereafter described as "triplet excitation energy") into luminescence It is observed by because of the high luminous efficiency (). [reference 8:D.]

F.O'Brien and M.A.Baldo, M.E.Thompson and S. R.Forrest and "Improved energy transfer in electrophosphorescent devices", Applied Physics Letters, and vol. — 74, No.3, and 442-444 (it TetsuoTATSUJI(s) reference (1999) 9: —) Moon-Jae YANG and Masayuki YAHIRO and Kenji NAKAMURA, Teruichi WATANABE and Taishi TSUJI and Yoshinori FUKUDA, Takeo WAKIMOTO and SatoshiMIYAGUCHI and "High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a TripletEmissive Center", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.38, and L1502-L1504 (1999).

[0073] By reference 8, the metal complex which uses iridium as a central metal for the metal complex which uses platinum as a central metal by reference 9 is used. The organic light emitting device (it is hereafter described as a "triplet light emitting device") which can change such triplet excitation energy into luminescence can attain high brightness luminescence and quantity luminous efficiency conventionally.

[0074] However, according to the example of a report of reference 9, the half-life of the brightness at the time of setting initial brightness as 500 cd/m² is about 170 hours, and a problem is in a component life. Since the suitable host ingredient to luminescent material and the blocking ingredient which prevents diffusion of a molecule exciton are required for a triplet light emitting device, it has multilayer structure and it is considered to be the short cause of a component life that many organic interfaces arise.

[0075] Then, in addition to high brightness luminescence and quantity luminous efficiency by luminescence from a triplet excitation state, the very highly efficient light emitting device also of the life of a component of being long becomes possible by applying the concept of this invention of introducing a mixolimnion between organic layers to a triplet light emitting device.

[0076] In addition, as for the molecule exciton of a triplet, the ingredient with which diffusion length plays the same role as a blocking ingredient (what is necessary is just to have bigger excitation energy level than the molecule exciton of a luminescence kind generally) since it is large compared with the molecule exciton of a singlet is needed. When it thinks from a component configuration, it is desirable to make an electronic transportation ingredient bear the role.

[0077] Moreover, the concentration gradient as shows either the first mixing zone applied to the organic light emitting device of this invention which was described above, and the second mixing zone to drawing 19 may be formed. In such a case, in the both ends of a luminescence field, since it is expected that the energy barrier over a carrier is mostly cancelable, it is still more desirable.

[0078]

[Embodiment of the Invention] How to produce the organic light emitting device of this invention is explained using drawing 2 and drawing 3 .

[0079] First, an anode plate 201 is formed with the sputtering method or vacuum deposition on

a substrate 200, and organic compound layer (1) 202 are formed on an anode plate 201. In addition, it forms in organic compound layer (1) 202 with a vacuum deposition method, using an organic compound 1 as an ingredient.

[0080] Next, a mixolimnion 205 is formed. In addition, it forms in a mixolimnion 205 with vapor codeposition under a vacuum, using as an ingredient the ingredient (organic compound 1) which forms organic compound layer (1) 202, and the ingredient (organic compound 2) which forms organic compound layer (2) 203 formed later. In addition, vapor codeposition heats a vacuum evaporator to coincidence, and means the vacuum deposition which mixes matter which is different in a membrane formation phase.

[0081] In addition, when forming a mixolimnion using two or more organic compounds with vapor codeposition, the organic compound concentration contained in a mixolimnion can also be controlled. An example at the time of attaching inclination to the concentration of the organic compound 1 contained in a mixolimnion 205 and an organic compound 2 is shown in drawing 2 (B).

[0082] Drawing 2 (B) shows the relation of the distance of the rate (concentration: %) that two or more organic compounds which form a mixolimnion are contained, and a mixolimnion and the organic compound layer formed in contact with it in a mixolimnion. In addition, by drawing 2 (B), the concentration (%) of the organic compound contained in a mixolimnion 205 is shown on an axis of abscissa, and it shows the distance of a mixolimnion 205, and organic compound layer (1) 202 formed in contact with this and organic compound layer (2) 203.

[0083] That is, in the mixolimnion 205 shown in drawing 2 (B), although the organic compound 1 which forms organic compound layer (1) 202 forms about 100% of concentration in near the interface of a mixolimnion 205 and organic compound layer (1) 202, the concentration decreases and becomes about 0% in near the interface of organic compound layer (2) 203 as the distance of organic compound layer (1) 202 separates. On the other hand, the organic compound 2 which forms organic compound layer (2) 203 is the reverse, and the concentration increases and it occupies about 100% of concentration in near the interface of organic compound layer (2) 203 as the distance of organic compound layer (1) 202 separates.

[0084] As mentioned above, since it becomes possible to reduce the energy barrier between organic layers by the mixolimnion 205 by attaching and forming inclination in the concentration of the ingredient which forms a mixolimnion 205, it is effective for the migratory improvement in a carrier.

[0085] On a mixolimnion 205, organic compound layer (2) 203 are formed. Organic compound layer (2) It forms with vacuum deposition under a vacuum, using an organic compound 2 as an ingredient which forms 203.

[0086] An organic light emitting device is completed by forming cathode by the above, using vacuum deposition or the sputtering method, after forming the laminated structure which

consists of an organic compound.

[0087] Here, the approach by which an organic compound layer (organic compound layer (1) 202 organic compound layer (2) 203) and a mixolimnion are formed is explained to a detail using drawing 3. In addition, in drawing 3, the same thing as drawing 2 is explained using a common number.

[0088] In drawing 3 (A), the anode plate 201 is formed on the substrate 200, on the anode plate 201, an organic compound 1 is used and organic compound layer (1) 202 are formed. In addition, organic compound layer (1) 202 are formed by vacuum deposition at a membrane formation room as shown in drawing 3 (D). In addition, at the membrane formation room 310, it carries on standing ways 311 and vapor-deposits by fixing or rotating the substrate formed.

[0089] In drawing 3 (D), two or more sample rooms are established in the membrane formation room 310, and the sample room is equipped with the organic compound which forms an organic compound layer. In addition, in drawing 3 (D), although the case where two sample rooms are prepared is shown, you may be three or more.

[0090] The sample room (a) 312 is equipped with the organic compound 1 (316) in drawing 3 (D). that is, -- a sample -- a room -- (-- a --) -- 312 -- preparing -- having -- **** -- a shutter -- (-- a --) -- 314 -- opening -- things -- an organic compound 1 (316) -- the source of vacuum evaporatio -- carrying out -- organic compound layer (1) 202 -- it can form .

[0091] Next, a mixolimnion 205 is formed as shown in drawing 3 (B). a mixolimnion -- 205 -- a sample -- a room -- (-- a --) -- 312 -- having -- having -- **** -- an organic compound -- one (316) -- a sample -- a room -- (-- b --) -- 313 -- having -- having -- **** -- an organic compound - two (317) -- vacuum evaporatio -- a source -- ***** -- using -- a sake -- a sample -- a room -- (-- a --) -- 312 -- preparing -- having -- **** -- a shutter -- (-- a --) -- 314 -- a sample -- a room - (-- b --) -- 313 -- preparing -- having -- **** -- a shutter -- (-- b --) -- 315 -- opening -- an organic compound -- one (316) -- an organic compound -- two (317) -- vacuum evaporatio -- a source -- ** -- carrying out -- vapor codepositio -- forming -- having .

[0092] in addition -- having mentioned above -- as -- a mixolimnion -- it can set -- an organic compound -- concentration -- controlling -- a case -- **** -- a shutter -- (-- a --) -- 314 -- and -- a shutter -- (-- b --) -- 315 -- an aperture -- condition -- adjusting -- things -- drawing 2 -- (-- B --) -- having been shown -- a mixolimnion -- like -- a concentration gradient -- attaching -- things -- possible -- becoming .

[0093] next -- a sample -- a room -- (-- a --) -- 312 -- a shutter -- (-- a --) -- 314 -- closing -- a sample -- a room -- (-- b --) -- 313 -- a shutter -- (-- b --) -- 315 -- opening -- things -- an organic compound 2 -- the source of vacuum evaporatio -- carrying out -- organic compound layer (2) 203 -- it can form (drawing 3 (C)) .

[0094] Since the functions differ, the organic compound layer which an organic light emitting device has is formed by carrying out the laminating of two or more organic compound layers

called a hole injection layer, an electron hole transportation layer, the luminous layer, the electron hole blocking layer, the electron transport layer, and electronic injection layer. In addition, in the design of an organic light emitting device, since the laminating configurations differ, when forming a mixolimnion in the interface of an organic compound layer, the location which forms a mixolimnion serves as a component configuration overlay important point. Then, the organic light emitting device which has a specific component configuration is explained below at a detail.

[0095] [Gestalt 1 of operation] In the gestalt 1 of this operation, the case where a mixolimnion is formed in the organic light emitting device which has the organic compound layer 403 at the interface of a luminous layer and an organic compound layer between an anode plate 401 and cathode 402 as shown in drawing 4 is explained.

[0096] In the gestalt of this operation, the organic compound layer 403 has the structure where the laminating of two or more organic compound layers is carried out. The hole injection layer 404 for raising the impregnation nature of the electron hole from an anode plate is specifically formed on an anode plate 401, and in order to raise the transportability of the poured-in electron hole on a hole injection layer 404, the electron hole transportation layer 405 is formed.

[0097] And mixolimnion (1) 407 are formed by vapor codeposition using the ingredient which forms the electron hole transportation layer 405, and the ingredient which forms a luminous layer 406. In addition, what is necessary is just to carry out by the approach described above about vapor codeposition. In addition, a concentration gradient may be given to mixolimnion (1) 407 at this time.

[0098] Here, since the energy barrier of the electron hole transportation layer 405 and a luminous layer 406 can be eased by preparing mixolimnion (1) 407, the impregnation nature of the electron hole from the electron hole transportation layer 405 to a luminous layer 406 can be raised.

[0099] And a luminous layer 406 is formed on mixolimnion (1) 407. In addition, as for the organic compound which forms a luminous layer, in the laminating configuration of the organic compound layer shown in the gestalt 1 of this operation, forming using the low ingredient of excitation energy is more desirable than the ingredient which forms the electron hole transportation layer 405 and an electron transport layer 408. Since this prepares a mixolimnion in the interface of a luminous layer and an organic compound layer and is raising the impregnation nature to a luminous layer to it, it is what the point that the carrier poured in conversely is easy to pass a luminous layer is taken into consideration for. In addition, it not only uses the low object of excitation energy for the organic compound which forms a luminous layer, but you may use the low dopant of excitation energy.

[0100] Furthermore on a luminous layer 406, mixolimnion (2) 409 are formed with vapor

codeposition using the ingredient which forms a luminous layer 406, and the ingredient which forms an electron transport layer 408. Mixolimnion (2) Also in 409, it is desirable to give a concentration gradient like mixolimnion (1) 407.

[0101] And after forming an electron transport layer 408 by vacuum evaporation on mixolimnion (2) 409, cathode 402 can be formed by vacuum deposition or the spatter, and an organic light emitting device can be completed.

[0102] The organic light emitting device shown above has the structure where a mixolimnion is prepared, in the interface (specifically, they are the interface of a luminous layer and an electron hole transportation layer, and the interface of a luminous layer and an electron transport layer) of a luminous layer and an organic compound layer. Since the impregnation nature of the electron hole from the electron hole transportation layer 403 to a luminous layer and impregnation nature of the electron from an electron transport layer to a luminous layer can be improved by forming the organic light emitting device of such structure, the recombination nature of the carrier in a luminous layer can be raised.

[0103] [Gestalt 2 of operation] The gestalt 2 of operation explains below the case where the organic light emitting device which has different component structure from the gestalt 1 of operation having shown is produced.

[0104] In the gestalt 2 of this operation, when an organic light emitting device is a triplet light emitting device, the case where a mixolimnion is formed in the interface of the organic compound layer which has a laminated structure is explained.

[0105] In the gestalt 2 of this operation, as shown in drawing 5, the organic compound layer 503 to which the laminating of two or more organic compound layers is carried out is formed between an anode plate 501 and cathode 502. The hole injection layer 504 for raising the impregnation nature of the electron hole from an anode plate 501 is specifically formed on an anode plate 501, and in order to raise the transportability of the poured-in electron hole on a hole injection layer 504, the electron hole transportation layer 505 is formed.

[0106] And mixolimnion (1) 507 are formed by vapor codeposition using the ingredient which forms the electron hole transportation layer 505, and the ingredient which forms a luminous layer 506. In addition, what is necessary is just to carry out by the approach described above about vapor codeposition. In addition, a concentration gradient may be given to mixolimnion (1) 507 at this time.

[0107] Here, since the energy barrier between the electron hole transportation layer 505 and a luminous layer 506 can be eased by preparing mixolimnion (1) 507, the impregnation nature of the electron hole from the electron hole transportation layer 505 to a luminous layer 506 can be raised.

[0108] And a luminous layer 506 is formed on mixolimnion (1) 507. In addition, in the laminating configuration of the organic compound layer shown in the gestalt 2 of this operation,

since the organic compound which forms a luminous layer is formed using the ingredient which can use for luminescence the energy emitted in case it returns from a triplet excitation state to a ground state, it forms triplet luminescent material (dopant) with excitation energy lower than a host ingredient and a host ingredient with vapor codeposition.

[0109] Furthermore, the electron hole blocking layer 508 is formed on a luminous layer 506. In addition, the electron hole blocking layer 508 has the function in which the molecule exciton which it prevented the electron hole poured into the luminous layer 506 passing a luminous layer, and the electron hole and the electron recombined it in the luminous layer 506 further, and was produced from the electron hole transportation layer 505 prevents being spread from a luminous layer 506.

[0110] Furthermore on the electron hole blocking layer 508, mixolimnion (2) 510 are formed with vapor codeposition using the ingredient which forms the electron hole blocking layer 508, and the ingredient which forms an electron transport layer 509. Mixolimnion (2) Also in 510, it is desirable to give a concentration gradient like mixolimnion (1) 507.

[0111] And after forming an electron transport layer 509 with vacuum deposition on mixolimnion (2) 510, cathode 502 can be formed by vacuum deposition or the spatter, and an organic light emitting device can be completed.

[0112] The organic light emitting device shown above has the structure where a mixolimnion is prepared, in the interface (specifically, they are the interface of a luminous layer 506 and the electron hole transportation layer 505, and the interface of the electron hole blocking layer 508 and an electron transport layer 509) in an organic compound layer. Since the impregnation nature of the electron hole from the electron hole transportation layer 505 to a luminous layer and impregnation nature of the electron from an electron transport layer to an electron hole blocking layer can be improved by forming the organic light emitting device of such structure, the recombination nature of the carrier in a luminous layer can be raised.

[0113] In addition, as an organic light emitting device using the structure shown in the gestalt 2 of this operation, when using triplet luminescent material in a luminous layer, it is suitable, but also when using the organic compound which is not restricted to this and uses singlet excitation energy for luminescence, it can use. In addition, it is good to use the metal complex which uses as a central metal the iridium introduced by the metal complex which uses as a central metal the platinum introduced by reference 7 as a triplet luminescent material, or reference 8.

[0114] [Gestalt 3 of operation] The gestalt 3 of this operation explains the organic light emitting device which has different structure from what was shown with the gestalt 1 of operation, or the gestalt 2 of operation using drawing 6.

[0115] In the gestalt 3 of this operation, the case where a mixolimnion is formed in the organic light emitting device which has the organic compound layer 603 at the interface of the

impregnation layer in an organic compound layer and a transportation layer between an anode plate 601 and cathode 602 is explained.

[0116] In the gestalt 3 of this operation, the organic compound layer 603 has the structure where the laminating of two or more organic compound layers is carried out. Specifically, the hole injection layer 604 for raising the impregnation nature of the electron hole from an anode plate 601 is formed on an anode plate 601.

[0117] Mixolimnion (1) 606 are formed for the ingredient which forms a hole injection layer 604 in the gestalt of this operation here, and the ingredient which forms the electron hole transportation layer 605 with vapor codeposition. Furthermore, the electron hole transportation layer 605 is formed on mixolimnion (1) 606.

[0118] Moreover, since the energy barrier of a hole injection layer 604 and the electron hole transportation layer 605 can be eased by preparing mixolimnion (1) 606, the impregnation nature of the electron hole from the electron hole transportation layer 605 to a luminous layer 607 can be raised. A concentration gradient may be given to mixolimnion (1) 606 at this time.

[0119] And a luminous layer 607 is formed on the electron hole transportation layer 605, and an electron transport layer 608 is formed further.

[0120] Here, mixolimnion (2) 610 are formed for the ingredient which forms an electron transport layer 608, and the ingredient which forms an electronic injection layer 609 with vapor codeposition. In addition, also in mixolimnion (2) 610, it is desirable to give a concentration gradient like mixolimnion (1) 606. Furthermore, an electronic injection layer 609 is formed on mixolimnion (2) 610.

[0121] And after forming an electronic injection layer 609 by vacuum evaporation, cathode 602 can be formed by vacuum deposition or the spatter, and an organic light emitting device can be completed.

[0122] The organic light emitting device shown above has the structure of preparing a mixolimnion, in the interface (specifically, they are the interface of a hole injection layer and an electron hole transportation layer, and the interface of an electron transport layer and an electronic injection layer) of an impregnation layer and a transportation layer. Since an interface can be substantially reduced by relaxation of the energy barrier by the mixolimnion while raising migratory [in the organic compound layer of the carrier poured in by forming the organic light emitting device of such structure], it has the advantage of raising the recombination nature of a carrier.

[0123] Furthermore, the gestalt which is needed when carrying out this invention is described below. In addition, although it is good if either an anode plate or the cathode of the organic light emitting device is transparent at least in order to take out luminescence, in the gestalt of this operation, it forms a transparent anode plate on a substrate, and describes it with the component structure which takes out light from an anode plate. In practice, the structure which

takes out light from cathode, and the structure which takes out light from a reverse side with a substrate are also applicable to this invention.

[0124] In order to prevent formation of an impurity layer in carrying out this invention, the production process which produces an organic light emitting device becomes important. Then, the manufacture approach of the organic light emitting device indicated by this invention is described first.

[0125] Although drawing 23 (a) is the plan of vacuum evaporatio equipment, it is a single chamber method which installs one vacuum tub 11110 as a vacuum evaporatio room, and has prepared two or more sources of vacuum evaporatio in the vacuum tub. And the ingredient with which various functions, such as a hole-injection ingredient, an electron hole transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, an electron injection ingredient, a blocking ingredient, luminescent material, and a component of cathode, differ is separately contained by said two or more sources of vacuum evaporatio, respectively.

[0126] In the vacuum evaporatio equipment which has such a vacuum evaporatio room, the substrate which has anode plates (ITO etc.) in a carrying-in room is carried in first, and when an anode plate is an oxide like ITO, oxidation treatment is performed at a pretreatment room (in addition, although not illustrated in drawing 23 (a), in order to clean an anode plate front face, it is also possible to install a UV irradiation room). Furthermore, all the ingredients that form an organic light emitting device are vapor-deposited in the vacuum tub 11110. However, cathode may be formed within this vacuum tub 11110, may prepare a vacuum evaporatio room independently and may form cathode there. What is necessary is in short, just to vapor-deposit between until it forms cathode within one vacuum tub 11110. Finally, the closure is performed at a closure room, it takes out from a taking-out room, and an organic light emitting device is obtained.

[0127] The procedure which produces the organic light emitting device of this invention using the vacuum evaporatio equipment of such a single chamber method is explained using drawing 23 (b) and (the sectional view of the vacuum tub 11110). Drawing 23 (b) shows the process which forms the organic compound film which contains the electron hole transportation ingredient 11121, the electronic transportation ingredient 11122, and luminescent material 11123 as easiest example using the vacuum tub 11110 which has three sources of vacuum evaporatio (the source a11116 of organic compound vacuum evaporatio, the source b11117 of organic compound vacuum evaporatio, and source c11118 of organic compound vacuum evaporatio).

[0128] First, in the vacuum tub 11110, the substrate 11101 which has an anode plate 11102 is carried in, and it fixes in standing ways 11111 (at the time of vacuum evaporatio, a substrate is usually rotated). Next, after decompressing the inside of the vacuum tub 11110 (10 - 4 pascals or less are desirable), a container a11112 is heated, the electron hole transportation

ingredient 11121 is evaporated, after reaching a predetermined vacuum evaporation rate (unit : [**/s]), a shutter a11114 is opened, and vacuum evaporation is started.

[0129] After the electron hole transportation zone 11103 reaches predetermined thickness, vacuum evaporation of luminescent material 11123 is also started with the electron hole transportation ingredient 11121 evaporated, and the first mixing zone 11105 is formed (condition shown by drawing 23 (b)). What is necessary is to close a shutter a11114 gradually and just to reduce the vacuum evaporation rate of an electron hole transportation ingredient, when forming a concentration gradient in the first mixing zone 11105.

[0130] Next, a shutter a11114 is closed completely, vacuum evaporation of the electron hole transportation ingredient 11121 is ended, and the luminescence field which consists of luminescent material 11123 is formed. The container b11113 is also heated closing a shutter b11115 at this time.

[0131] After a luminescence field reaches predetermined thickness, a shutter b11115 is opened, vacuum evaporation of the electronic transportation ingredient 11122 is started, and the second mixing zone is formed. What is necessary is just to reduce the vacuum evaporation rate of luminescent material 11123 gradually, when forming a concentration gradient in the second mixing zone.

[0132] Finally, vacuum evaporation of luminescent material 11123 is ended and the electronic transportation zone which consists of an electronic transportation ingredient 11122 is formed. Since all the above actuation is performing the interval as the dish, an impurity layer is not formed in which field.

[0133] If this approach is applied, all the organic light emitting devices stated by The means for solving a technical problem are producible. For example, luminescent material is made into a guest and, in the case of a component like drawing 22 using the host ingredient to the luminescent material, in addition to drawing 23 (b), the source of vacuum evaporation for vapor-depositing a host ingredient should just be installed. And what is necessary is to use a host ingredient for formation of a mixing zone and a luminescence field, to carry out minute amount evaporation and just to make luminescent material add during vacuum evaporation of a host ingredient (under formation of a luminescence field).

[0134] Moreover, what is necessary is just to install the source of vacuum evaporation of each impregnation ingredient in the same vacuum tub 11110, even when forming a hole-injection field or an electron injection field. For example, in drawing 23 (b), when preparing a hole-injection field by vacuum evaporation between an anode plate 11102 and the electron hole transportation zone 11103, after vapor-depositing a hole-injection ingredient on an anode plate 11102, formation of an impurity layer can be avoided because an interval evaporates the electron hole transportation ingredient 11121 immediately as a dish.

[0135] Next, the suitable ingredients for a hole-injection ingredient, an electron hole

transportation ingredient, an electronic transportation ingredient, an electron injection ingredient, luminescent material, etc. are enumerated below. However, the ingredient used for the organic light emitting device of this invention is not limited to these.

[0136] As a hole-injection ingredient, if it is an organic compound, the compound of a porphyrin system will be effective and a phthalocyanine (it is hereafter described as "H2Pc") and a copper phthalocyanine (it is hereafter described as "CuPc") will be used well. In a high molecular compound, although there is a polyvinyl carbazole (it is hereafter described as "PVK") etc., as stated previously, the ingredient which performed chemistry doping is also in the conductive polymer compound of conjugated system, and the polyethylene dioxythiophene (it is hereafter described as "PEDOT") which doped polystyrene sulfonate (it is hereafter described as "PSS"), the poly aniline, polypyrrole which doped Lewis acid, such as iodine, etc. are mentioned. Moreover, the high molecular compound of an insulator is also effective in respect of flattening of an anode plate, and polyimide (it is hereafter described as "PI") is used well. Furthermore, an inorganic compound is also used and there is a super-thin film of an aluminum oxide (it is hereafter described as an "alumina") besides metal thin films, such as gold and platinum, etc.

[0137] The compound of an aromatic amine system (namely, thing which has association of benzene ring-nitrogen) is used most widely as an electron hole transportation ingredient. As an ingredient used widely, a 4 and 4'-bis(diphenylamino)-biphenyl The 4 and 4'-screw [N-(3-methylphenyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl which is the derivative (It is hereafter described as "TAD") There is a (it is hereafter described as "TPD") 4, and 4'-screw [N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl (it is hereafter described as "alpha-NPD"). Starburst mold aromatic amine compounds, such as a 4, 4', and 4"-tris (N and N-diphenylamino)-triphenylamine (it is hereafter described as "TDATA"), 4, 4', 4"-tris [N-(3-methylphenyl)-N-phenyl-amino]-triphenylamine (it is hereafter described as "MTDATA"), are mentioned.

[0138] Alq which the metal complex was well used and was previously described as an electronic transportation ingredient, Tris (4-methyl-8-quinolinolato) aluminum (it is hereafter described as "Almq"), Bis(10-hydroxy [benzoh]-kino RINATO) beryllium (it is hereafter described as "Bebq") etc. -- there are a metal complex which has a quinoline frame or a benzoquinoline frame, bis(2-methyl-8-quinolinolato)-(4-hydroxy-biphenyl)-aluminum (it is hereafter described as "BALq") which is a mixed ligand complex. Moreover, there is also a metal complex which has oxazole systems, such as bis[2-(2-hydroxyphenyl)-benzoOKISAZORATO] zinc (it is hereafter described as "Zn (BOX)2") and bis[2-(2-hydroxyphenyl)-benzothia ZORATO] zinc (it is hereafter described as "Zn (BTZ)2"), and a thiazole system ligand. furthermore, except for a metal complex -- 2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-buthylphenyl)- 1 and 3 -- 4-oxadiazole (it is hereafter described as "PBD") 1, and 3-screw [-- 5-(p-tert-buthylphenyl)- 1, 3, and 4-oxadiazole-2-IRU] -- benzene (It is hereafter described as

"OXD-7") etc. -- an oxadiazole derivative and 5-(4-biphenyl)-3-(4-tert-buthylphenyl)-4-phenyl - 1 and 2 -- 4-triazole 5-(4-biphenyl)-(hereafter described as "TAZ")3-(4-tert-buthylphenyl)-4-(4-ethyl phenyl)- 1 and 2 -- 4-triazole (It is hereafter described as "p-EtTAZ") etc. -- phenanthroline derivatives, such as a triazole derivative, bathophenanthroline (it is hereafter described as "BPhen"), and BASOKYU pro in (it is hereafter described as "BCP"), have electronic transportability.

[0139] As an electron injection ingredient, the electronic transportation ingredient described in the top can be used. In addition, the super-thin film of an insulator like alkali-metal halogenides, such as lithium fluoride, and alkali-metal oxides, such as lithium oxide, is used well. Moreover, alkali-metal complexes, such as lithium acetylacetonate (it is hereafter described as "Li (acac)") and a 8-quinolinolato-lithium (it is hereafter described as "Liq"), are also effective.

[0140] As a luminescent material, various fluorochromes besides metal complexes, such as Alq, Alm, BeBq and BAq which were described previously, and Zn (BOX)₂, Zn (BTZ)₂, are effective. As a fluorochrome, there are a blue 4 and 4'-bis(2 and 2-diphenyl-vinyl)-biphenyl (it is hereafter described as "DPVBi"), a 4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran (it is hereafter described as "DCM") of a red lamp color, etc. Moreover, triplet luminescent material is also possible and the complex which uses platinum or iridium as a central metal is a subject. As a triplet luminescent material, tris (2-phenyl pyridine) iridium (it is hereafter described as "Ir (ppy)₃"), 2, 3, 7, 8, 12, 13 and 17, 18-OKUTA ethyl-21H, and 23H-porphyrin-platinum (it is hereafter described as "PtOEP") etc. is known.

[0141] The life of a component can produce an organic long light emitting device to the top where driver voltage is lower than before by combining respectively the ingredient which has each function which was described above, and applying it to the organic light emitting device of this invention.

[0142]

[Example] [Example 1] This example explains the case where the organic light emitting device which has the structure shown with the gestalt 1 of operation is formed. In addition, this example explains using drawing 4 .

[0143] In the anode plate 401 which forms an organic light emitting device, the transparency electric conduction film which mixed the zinc oxide (ZnO) of 2-20 [%] is used for the indium oxide tin (ITO) film or indium oxide. In addition, in this example, it is desirable to set thickness of an anode plate 401 to 80-200nm.

[0144] And although a hole injection layer 404 is formed on an anode plate 401, as a hole injection layer 404, the ingredient of phthalocyanine systems, such as a copper phthalocyanine (CuPc) and a non-metal phthalocyanine (H2Pc), is used. In addition, in this example, a hole injection layer 404 is formed using a copper phthalocyanine. As thickness of a hole injection

layer 404, it is desirable to be referred to as 10-30nm.

[0145] Next, after forming a hole injection layer 404, the electron hole transportation layer 405 is formed. In the electron hole transportation layer 405 in this example, 4 of an aromatic amine system, 4' bis[-] [N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl (alpha-NPD), A 1 and 1-bis[4-bis (4-methylphenyl)-amino-phenyl] cyclohexane (TPAC), 4, 4', and an ingredient called a 4"-tris [N-(3-methylphenyl)-N-phenyl-amino triphenylamine (MTDATA) can be used. In addition, in this example, the electron hole transportation layer 405 is formed by 30-60nm thickness using alpha-NPD.

[0146] Next, mixolimnion (1) 407 are formed. In addition, mixolimnion (1) 407 form alpha-NPD which forms the electron hole transportation layer 405, and Alq3 which forms a luminous layer 406 with vapor codeposition. In addition, as for the thickness of mixolimnion (1) 407 at this time, it is desirable to be referred to as 1-10nm.

[0147] Next, a luminous layer 406 is formed. In addition, a luminous layer 406 forms Alq3 with vacuum deposition. In addition, as for the thickness of the luminous layer 406 at this time, it is desirable to be referred to as 30-60nm.

[0148] It is necessary to form a luminous layer with an ingredient with excitation energy lower than the ingredient which forms the electron hole transportation layer 405 and an electron transport layer 408, or to dope and form the low dopant of excitation energy with the structure of the organic light emitting device in this example.

[0149] As an ingredient which forms the luminous layer 406 of this example, Alpq3 of the structure where the phenyl group was introduced into this besides Alq3 is suitable. As a dopant used in case it dopes to a luminous layer, well-known ingredients, such as perylene, rubrene, a coumarin, a 4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran (DCM), and Quinacridone, can be used.

[0150] Next, mixolimnion (2) 409 are formed. In addition, mixolimnion (2) 409 form the ingredient which forms Alq3 or Alpq3 which forms a luminous layer 406, and an electron transport layer 408 with vapor codeposition. In addition, as for the thickness of mixolimnion (2) 409 at this time, it is desirable to be referred to as 1-10nm.

[0151] Next, an electron transport layer 408 is formed. Here, ingredients, such as 1, 3, and 4-oxadiazole derivative and 1, 2, and 4-triazole derivative, can be used. concrete -- 2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-buthylphenyl)- 1, 3, and 4-oxadiazole (PBD) -- 2 and 5-(1 and 1'-dinaphthyl)- 1, 3, and 4-oxadiazole (BND) -- 1 and 3-screw [-- 5-(p-tert-buthylphenyl)- 1, 3, and 4-oxadiazole-2-IRU] benzene (OXD-7) -- 3-(4-tert-buthylphenyl)-4-phenyl-5-(4-biphenyl)- an ingredient called 1, 2, and 4-triazole (TAZ) can be used. In addition, as an electron transport layer 408, it is desirable to be formed by 30-60nm thickness.

[0152] After forming so far, the cathode of an organic light emitting device is formed with vacuum deposition. Although MgAg is used in this example as electric conduction film used as

the cathode of an organic light emitting device, it is also possible to use aluminum, the aluminum-Li alloy film (alloy film of aluminum and a lithium) besides Yb, and the film formed by vapor codeposition in the element belonging to one group of a periodic table or two groups and aluminum.

[0153] [Example 2] This example explains the case where the organic light emitting device which has the structure shown with the gestalt 2 of operation is formed. In addition, this example explains using drawing 5.

[0154] In the anode plate 501 which forms an organic light emitting device, the transparence electric conduction film which mixed the zinc oxide (ZnO) of 2-20 [%] is used for the indium oxide tin (ITO) film or indium oxide. In addition, thickness of an anode plate 501 is set to 80-200nm in this example.

[0155] And although a hole injection layer 504 is formed on an anode plate 501, as a hole injection layer 504, the ingredient of phthalocyanine systems, such as a copper phthalocyanine (CuPc) and a non-metal phthalocyanine (H2Pc), is used. In addition, in this example, a hole injection layer 504 is formed using a copper phthalocyanine. As thickness of a hole injection layer 504, it may be 10-30nm.

[0156] Next, after forming a hole injection layer 504, the electron hole transportation layer 505 is formed. Ingredients, such as alpha-NPD of an aromatic amine system, TPAC, and MTDATA, can be used for the electron hole transportation layer 505 in this example. In addition, in this example, the laminating of MTDATA and alpha-NPD is carried out, and the electron hole transportation layer 505 is formed by 30-60nm thickness. In addition, in this example, after forming MTDATA (lower layer) by 10-20nm thickness on the electron hole transportation layer 505, alpha-NPD (upper layer) is formed by 5-20nm thickness.

[0157] Next, mixolimnion (1) 507 are formed. In addition, mixolimnion (1) 507 form alpha-NPD which forms the upper layer of the electron hole transportation layer 505, 4 which forms a luminous layer 506, 4'-N, an N'-dicarbazole-biphenyl (CBP), and tris (2-phenyl pyridine) iridium (Ir3 (ppy)) with vapor codeposition. In addition, as for the thickness of mixolimnion (1) 507 at this time, it is desirable to be referred to as 1-10nm.

[0158] Next, a luminous layer 506 is formed. In addition, a luminous layer 506 forms the iridium complex (Ir3 (ppy)) which is CBP and the host ingredient which are a dopant with vapor codeposition. As a host ingredient, the platinum complex other than an iridium complex may be used. In addition, the thickness of the luminous layer 506 at this time may be 10-30nm.

[0159] Next, the electron hole blocking layer 508 is formed on a luminous layer 506. In addition, in this example, BCP is used for the electron hole blocking layer 508, and it forms by 10-30nm thickness.

[0160] Next, mixolimnion (2) 510 are formed. In addition, mixolimnion (2) 510 form BCP which forms the electron hole blocking layer 508, and Alq3 which forms an electron transport layer

509 with vapor codeposition. In addition, as for the thickness of mixolimnion (2) 510 at this time, it is desirable to be referred to as 1-10nm.

[0161] Next, an electron transport layer 509 is formed. Here, ingredients, such as Alq3 or Alqp3, can be used. In addition, in this example, it forms by 30-60nm thickness, using Alq3 as an ingredient of an electronic injection layer 609.

[0162] After forming so far, the cathode 502 of an organic light emitting device is formed with vacuum deposition. Although MgAg is used in this example as electric conduction film used as the cathode 502 of an organic light emitting device, it is also possible to use aluminum, the aluminum-Li alloy film (alloy film of aluminum and a lithium) besides Yb, and the film formed by vapor codeposition in the element belonging to one group of a periodic table or two groups and aluminum. In addition, the cathode 502 in this example is formed by 100-500nm thickness.

[0163] In addition, it is desirable to use the Mie luminescent material at a luminous layer especially in the case of the component structure in this example.

[0164] [Example 3] This example explains the case where the organic light emitting device which has the structure shown with the gestalt 3 of operation is formed. In addition, this example explains using drawing 6.

[0165] In the anode plate 601 which forms an organic light emitting device, the transparence electric conduction film which mixed the zinc oxide (ZnO) of 2-20 [%] is used for the indium oxide tin (ITO) film or indium oxide. In addition, thickness of an anode plate 601 is set to 80-200nm in this example.

[0166] And although a hole injection layer 604 is formed on an anode plate 601, as a hole injection layer 604, the ingredient of phthalocyanine systems, such as a copper phthalocyanine (CuPc) and a non-metal phthalocyanine (H2Pc), is used. In addition, in this example, a hole injection layer 604 is formed using a copper phthalocyanine. Thickness of a hole injection layer 604 is set to 10-30nm in this example.

[0167] Next, mixolimnion (1) 606 are formed. In addition, mixolimnion (1) 606 form the copper phthalocyanine (CuPc) which forms a hole injection layer 604, and alpha-NPD which forms the electron hole transportation layer 605 with vapor codeposition. In addition, as for the thickness of mixolimnion (1) 606 at this time, it is desirable to be referred to as 1-10nm.

[0168] Next, after forming mixolimnion (1) 606, the electron hole transportation layer 605 is formed. Ingredients, such as alpha-NPD of an aromatic amine system, TPAC, and MTDATA, can be used for the electron hole transportation layer 605 in this example. In addition, in this example, the electron hole transportation layer 605 is formed by 30-60nm thickness using alpha-NPD.

[0169] Next, a luminous layer 607 is formed. In addition, a luminous layer 607 forms Alq3 with vacuum deposition. In addition, thickness of a luminous layer 607 is set to 30-60nm here.

[0170] Next, an electron transport layer 608 is formed. Here, ingredients, such as 1, 3, and 4-

oxadiazole derivative and 1, 2, and 4-triazole derivative, can be used. Specifically, ingredients, such as PBD, BND, OXD-7, and TAZ, can be used. In addition, as an electron transport layer 608, it forms by 30-60nm thickness.

[0171] Next, mixolimnion (2) 610 are formed. In addition, mixolimnion (2) 610 form TAZ which forms an electron transport layer 608, and the ingredient which forms an electronic injection layer 609 with vapor codeposition. In addition, as for the thickness of mixolimnion (2) 610 at this time, it is desirable to be referred to as 1-10nm.

[0172] Mixolimnion (2) An electronic injection layer 609 is formed on 610. Here, ingredients, such as Alq3 or Alp3, can be used. In addition, as an electron transport layer 509, it forms by 30-60nm thickness.

[0173] After forming so far, the cathode of an organic light emitting device is formed with vacuum deposition. Although MgAg is used in this example as electric conduction film used as the cathode of an organic light emitting device, it is also possible to use aluminum, the aluminum-Li alloy film (alloy film of aluminum and a lithium) besides Yb, and the film formed by vapor codeposition in the element belonging to one group of a periodic table or two groups and aluminum.

[0174] [Example 4] Next, TFT (the n channel mold TFT and p channel mold TFT) of the drive circuit prepared around the picture element part which has the organic light emitting device of this invention on the same substrate, and a picture element part is explained using drawing 7 - drawing 9 about an example of the approach of producing to coincidence.

[0175] First, the substrate 900 which consists of glass, such as barium borosilicate glass represented with this example by #7059 glass of Corning, Inc., #1737 glass, etc. or aluminoborosilicate glass, is used. In addition, if it is the substrate which has translucency as a substrate 900, it will not be limited, but a quartz substrate may be used. Moreover, the plastic plate which has the thermal resistance which can bear the processing temperature of this example may be used.

[0176] Subsequently, as shown in drawing 7 (A), the substrate film 901 which consists of insulator layers, such as oxidation silicon film, a silicon nitride film, or an oxidation silicon nitride film, is formed on a substrate 900. Although two-layer structure is used as substrate film 901 in this example, the structure which carried out the laminating the monolayer of said insulator layer or more than two-layer may be used. 10-200nm (preferably 50-100nm) formation of the oxidation silicon nitride film formed considering SiH₄, NH₃, and N₂O as reactant gas, using plasma-CVD method as eye much more 901 of substrate film 901 a is carried out. In this example, oxidation silicon nitride film of 50nm of thickness 901a (presentation ratio Si= 32%, O= 27%, N= 24%, H= 17%) was formed. Subsequently, laminating formation of the oxidation silicon nitride film 901b formed considering SiH₄ and N₂O as reactant gas is carried out at the thickness of 50-200nm (preferably 100-150nm), using a

plasma-CVD method as [of the substrate film 901] a NI layer. In this example, oxidation silicon nitride film of 100nm of thickness 901b (presentation ratio Si= 32%, O= 59%, N= 7%, H= 2%) was formed.

[0177] Subsequently, the semi-conductor layers 902-905 are formed on the substrate film 901. Patterning of the crystalline substance semi-conductor film obtained by performing well-known crystallization processings (the heat crystallizing method using the catalyst of the laser crystallizing method, the heat crystallizing method, or nickel etc.) is carried out to a desired configuration, and the semi-conductor layers 902-905 form it, after forming the semi-conductor film which has amorphous structure with well-known means (LPCVD a spatter, law or a plasma-CVD method, etc.). The thickness of these semi-conductor layers 902-905 is formed by the thickness of 25-80nm (preferably 30-60nm). Although there is no limitation in the ingredient of the crystalline substance semi-conductor film, it is good to form preferably with silicon (silicon) or a silicon germanium ($\text{SiXGe}_{1-\text{X}}$ ($\text{X}=0.0001-0.02$)) alloy. After forming the 55nm amorphous silicon film using a plasma-CVD method, the solution containing nickel was made to hold on the amorphous silicon film in this example. After performing dehydrogenation (500 degrees C, 1 hour) on this amorphous silicon film, heat crystallization (550 degrees C, 4 hours) was performed, laser annealing processing for improving crystallization further was performed, and the crystalline substance silicon film was formed. And the semi-conductor layers 902-905 were formed by patterning [film / this / crystalline substance silicon] processing using the photolithography method.

[0178] Moreover, after forming the semi-conductor layers 902-905, in order to control the threshold of TFT, a minute amount impurity element (boron or Lynn) may be doped in the semi-conductor layers 902-905.

[0179] Moreover, when producing the crystalline substance semi-conductor film by the laser crystallizing method, the excimer laser of a pulse oscillation mold or a continuation luminescence mold, and an YAG laser and YVO4 laser can be used. When using such laser, it is good to use the approach of condensing to a line the laser light emitted from the laser oscillation machine by optical system, and irradiating the semi-conductor film. Although an operation person makes **** selection, the conditions of crystallization are made into the pulse oscillation frequency of 300Hz when using an excimer laser, and make a laser energy consistency 100 - 400 mJ/cm² (typically 200 - 300 mJ/cm²). Moreover, it is good to consider as the pulse oscillation frequency of 30-300kHz using the 2nd higher harmonic, in using an YAG laser, and to make a laser energy consistency into 300 - 600 mJ/cm² (typically 350 - 500 mJ/cm²). and width of face of 100-1000 micrometers, for example, the laser light which condensed to the line by 400 micrometers, -- the whole substrate surface -- crossing -- irradiating -- the line at this time -- what is necessary is just to perform the rate of superposition of laser light (rate of overlap) as 50 - 90%

[0180] Subsequently, wrap gate dielectric film 906 is formed for the semi-conductor layers 902-905. Gate dielectric film 906 is formed using a plasma-CVD method or a spatter by the insulator layer which sets thickness to 40-150nm, and contains silicon. At this example, it formed by the thickness of 110nm by the plasma-CVD method the oxidation silicon nitride film (presentation ratio Si= 32%, O= 59%, N= 7%, H= 2%). Of course, gate dielectric film is not limited to an oxidation silicon nitride film, and may use the insulator layer containing other silicon as a monolayer or a laminated structure.

[0181] Moreover, when using the oxidation silicon film, TEOS (Tetraethyl Orthosilicate) and O₂ can be mixed by the plasma-CVD method, and it can consider as the reaction pressure of 40Pa, and the substrate temperature of 300-400 degrees C, it can be made to be able to discharge by RF (13.56MHz) power flux density 0.5 - 0.8 W/cm², and can form. Thus, the oxidation silicon film produced can acquire a property good as gate dielectric film by 400-500-degree C heat annealing after that.

[0182] And the heat-resistant conductive layer 907 for forming a gate electrode on gate dielectric film 906 is formed by the thickness of 200-400nm (preferably 250-350nm). The heat-resistant conductive layer 907 is good also as a laminated structure which consists of two or more layers which could form by the monolayer and it said if needed were a bilayer or three layers. The alloy which uses as a component the element chosen from Ta, Ti, and W or said element, and the alloy film which combined said element is contained in a heat-resistant conductive layer. It is desirable to reduce the high impurity concentration contained in order that these heat-resistant conductive layers may be formed with a spatter or a CVD method and may attain low resistance-ization, and it is good to be referred to as 30 ppm or less especially about an oxygen density. At this example, W film is formed by the thickness of 300nm. W film may be formed by the spatter by the ability using W as a target, and can also be formed with a heat CVD method using 6 tungsten fluoride (WF₆). Anyway, in order to use it as a gate electrode, it is necessary to attain low resistance-ization, and as for the resistivity of W film, it is desirable to make it 20 or less microomegacm. In W, although W film can attain low resistivity-ization by enlarging crystal grain, when there are many impurity elements, such as oxygen, crystallization is checked and forms it into high resistance. From this, when based on a spatter, resistivity 9 - 20microomegacm can be realized using W target of 99.9999% of purity by considering enough and forming W film so that there may be no mixing of the impurity out of a gaseous phase further at the time of membrane formation.

[0183] It is possible to form by the spatter similarly on the other hand, in using Ta film for the heat-resistant conductive layer 907. Ta film uses Ar for sputtering gas. Moreover, if Xe and Kr of optimum dose are added into the gas at the time of a spatter, the internal stress of the film to form can be eased and exfoliation of the film can be prevented. Although the resistivity of Ta film of alpha phase is 20microomegacm extent and it could be used for the gate electrode, the

resistivity of Ta film of a parent phase was unsuitable for being 180microomegacm extent and considering as a gate electrode. Since the TaN film has the crystal structure near alpha phase, if the TaN film is formed in the substrate of Ta film, Ta film of alpha phase will be obtained easily. Moreover, although not illustrated, it is effective to form in the bottom of the heat-resistant conductive layer 907 the silicone film which doped Lynn (P) by the thickness of about 2-20nm. While this plans the improvement in adhesion of the electric conduction film and antioxidizing which are formed on it, it can prevent spreading the alkali metals which the heat-resistant conductive layer 907 contains in a minute amount in the gate dielectric film 906 of the 1st configuration. Anyway, as for the heat-resistant conductive layer 907, it is desirable to carry out resistivity in the range of 10 - 50microomegacm.

[0184] Next, the mask 908 by the resist is formed using the technique of photolithography. And 1st etching processing is performed. In this example, it carries out by using Cl₂ and CF₄ for the gas for etching, switching on RF (13.56MHz) power of 3.2 W/cm² by the pressure of 1Pa using an ICP etching system, and forming the plasma. 224mW /of RF (13.56MHz) power of 2 is supplied also to a substrate side (sample stage) cm, and, thereby, a negative auto-bias electrical potential difference is impressed substantially. The etch rates of W film are about 100 nm/min on this condition. Based on this etch rate, the 1st etching processing presumed the time amount into which W film is etched exactly, and made etching time time amount to which etching time was made to increase from it by 20%.

[0185] The conductive layers 909-912 which have the 1st taper configuration by 1st etching processing are formed. The include angle of the taper section of conductive layers 909-912 is formed so that it may become 15-30 degrees. In order to etch without leaving residue, over etching to which etching time is made to increase at about 10 - 20% of a rate shall be given. Since the selection ratios of an oxidation silicon nitride film (gate dielectric film 906) to W film are 2-4 (typically 3), about 20-50nm of fields which the oxidation silicon nitride film exposed is etched by over etching processing (drawing 7 (B)).

[0186] And 1st doping processing is performed and the impurity element of one conductivity type is added in a semi-conductor layer. Here, the process of the impurity element addition which gives n mold is performed. It leaves the mask 908 in which the conductive layer of the 1st configuration was formed, as it is, and the impurity element which gives n mold in self align by using as a mask the conductive layers 909-912 which have the 1st taper configuration is added by the ion doping method. It lets the taper section and gate dielectric film 906 pass, in order to add so that the semi-conductor layer located in the bottom of it may be reached, a dose is made into 1x10¹³ - 5x10¹⁴ atoms/cm², and acceleration voltage is performed as 80-160keV. [in / for the impurity element which gives n mold / the edge of a gate electrode] the element which belongs to 15 groups as an impurity element which gives n mold -- typical -- Lynn -- although (P) or arsenic (As) is used -- here -- Lynn -- (P) was used. The impurity

element which gives n mold to the 1st impurity range 914-917 by such ion doping method by the density range of 1×10^{20} - 1×10^{21} atoms/cm³ is added (drawing 7 (C)).

[0187] In this process, depending on the conditions of doping, an impurity turns to the bottom of the conductive layers 909-912 of the 1st configuration, and is full, and it may also happen that the 1st impurity range 914-917 laps with the conductive layers 909-912 of the 1st configuration.

[0188] Next, as shown in drawing 7 (D), 2nd etching processing is performed. An ICP etching system performs etching processing similarly, the mixed gas of CF₄ and Cl₂ is used for etching gas, and it etches by RF 3.2W [/cm] power 2 (13.56MHz), bias power 45 mW/cm² (13.56MHz), and the pressure of 1.0Pa. The conductive layers 918-921 which have the 2nd configuration formed on this condition are formed. The taper section is formed in the edge and it becomes the taper configuration which thickness increases from this edge gradually toward the inside. The rate of the part isotropic etching which made low bias power impressed to a substrate side as compared with the 1st etching processing increases, and the include angle of the taper section becomes 30-60 degrees. A mask 908 is etched, can delete an edge and turns into a mask 922. Moreover, in the process of drawing 7 (D), about 40nm of front faces of gate dielectric film 906 is etched.

[0189] And the impurity element which lowers a dose and gives n mold on condition that high acceleration voltage rather than the 1st doping processing is doped. For example, acceleration voltage is set to 70-120keV, it carries out with the dose of 1×10^{13} /cm², and the 1st impurity range 924-927 where high impurity concentration became large, and the 2nd impurity range 928-931 adjacent to said 1st impurity range 924-927 are formed. In this process, depending on the conditions of doping, an impurity turns to the bottom of the conductive layers 918-921 of the 2nd configuration, and is full, and it may also happen that the 2nd impurity range 928-931 laps with the conductive layers 918-921 of the 2nd configuration. It is made for the high impurity concentration in the 2nd impurity range to serve as 1×10^{16} - 1×10^{18} atoms/cm³ (drawing 8 (A)).

[0190] and -- (-- as shown in drawing 8 (B)), the impurity ranges 933 (933a, 933b) and 934 (934a, 934b) of a conductivity type contrary to one conductivity type are formed in the semiconductor layers 902 and 905 which form the p channel mold TFT. The impurity element which gives p mold by using the conductive layers 918 and 921 of the 2nd configuration as a mask also in this case is added, and an impurity range is formed in self align. At this time, the semiconductor layers 903 and 904 which form the n channel mold TFT form the mask 932 of a resist, and cover the whole surface. The impurity ranges 933 and 934 formed here are formed by the ion doping method for having used diboron hexahydride (B-2 H₆). It is made for the concentration of the impurity element which gives p mold of impurity ranges 933 and 934 to serve as 2×10^{20} - 2×10^{21} atoms/cm³.

[0191] However, in a detail, these impurity ranges 933 and 934 can be divided into two fields containing the impurity element which gives n mold, and can be seen. The 3rd impurity range 933a and 934a contains the impurity element with which the 4th impurity range 933b and 934b gives n mold by the concentration of 1×10^{17} - 1×10^{20} atoms/cm³ including the impurity element which gives n mold by the concentration of 1×10^{20} - 1×10^{21} atoms/cm³. However, the concentration of the impurity element which gives p mold of these impurity ranges 933b and 934b is made to become three or more 1×10^{19} atoms/cm. In the 3rd impurity range 933a and 934a By making it become 1.5 to 3 of the concentration of the impurity element which gives n mold times, in order to function as the source field and drain field of the p channel mold TFT in the 3rd impurity range, a problem does not produce at all the concentration of the impurity element which gives p mold.

[0192] Then, as shown in [drawing 8](#) (C), the 1st interlayer insulation film 937 is formed on the conductive layers 918-921 which have the 2nd configuration, and gate dielectric film 906. What is necessary is just to form the 1st interlayer insulation film 937 by the oxidation silicone film, the oxidation silicon nitride film, the silicon nitride film, or the cascade screen that combined these. Anyway, the 1st interlayer insulation film 937 is formed from an inorganic insulating material ingredient. The thickness of the 1st interlayer insulation film 937 may be 100-200nm. When using an oxidation silicone film as the 1st interlayer insulation film 937, TEOS and O₂ can be mixed by the plasma-CVD method, and it can consider as the reaction pressure of 40Pa, and the substrate temperature of 300-400 degrees C, it can be made to be able to discharge by RF (13.56MHz) power flux density 0.5 - 0.8 W/cm², and can form. Moreover, what is necessary is just to form with the oxidation silicon nitride film produced from the oxidation silicon nitride film produced from SiH₄, N₂O, and NH₃ by the plasma-CVD method or SiH₄, and N₂O, in using an oxidation silicon nitride film as the 1st interlayer insulation film 937. The production conditions in this case can be made into the reaction pressure of 20-200Pa, and the substrate temperature of 300-400 degrees C, and can be formed by RF (60MHz) power flux density 0.1 - 1.0 W/cm². Moreover, SiH₄, N₂O, and the oxidation nitriding hydrogenation silicone film produced from H₂ may be applied as the 1st interlayer insulation film 937. A silicon nitride film can also be similarly produced from SiH₄ and NH₃ by the plasma-CVD method.

[0193] And the process which activates the impurity element which gives n mold or p mold added by each concentration is performed. This process is performed by the heat annealing method for using a furnace annealing furnace. In addition, the laser annealing method or the rapid thermal annealing method (RTA law) is applicable. By the heat annealing method, an oxygen density performs 400-700 degrees C at 500-600 degrees C typically in nitrogen-gas-atmosphere mind 0.1 ppm or less preferably, and performed 1 ppm or less of heat treatments of 4 hours at 550 degrees C at this example. Moreover, when using a plastic plate with heat-

resistant low temperature for a substrate 900, it is desirable to apply the laser annealing method.

[0194] Following the process of activation, a controlled atmosphere is changed, in the ambient atmosphere containing 3 - 100% of hydrogen, heat treatment of 1 - 12 hours is performed at 300-450 degrees C, and the process which hydrogenates a semi-conductor layer is performed. This process is a process which carries out termination of the dangling bond of 10^{16} - 10^{18} /cm³ which is in a semi-conductor layer by the hydrogen excited thermally. As other means of hydrogenation, plasma hydrogenation (the hydrogen excited by the plasma is used) may be performed. anyway, the thing for which defect density in the semi-conductor layer 902-905 is set to three or less 10^{16} /cm² -- desirable -- therefore, hydrogen -- about 0.01-0.1 atomic% -- what is necessary is just to give

[0195] And the 2nd interlayer insulation film 939 which consists of an organic insulating material ingredient is formed by 1.0-2.0-micrometer average thickness. As an organic resin ingredient, polyimide, an acrylic, a polyamide, polyimidoamide, BCB (benz-cyclo-butene), etc. can be used. For example, in using the polyimide of the type which carries out thermal polymerization after applying to a substrate, it calcinates and forms at 300 degrees C in clean oven. Moreover, in using an acrylic, after mixing a curing agent with a principal member using the thing of 2 acidity or alkalinity and applying all over a substrate using a spinner, a hot plate performs preheating for 60 seconds at 80 degrees C, and further, in clean oven, at 250 degrees C, it can calcinate for 60 minutes and can form.

[0196] Thus, flattening of the front face can be carried out good by forming the 2nd interlayer insulation film 939 with an organic insulating material ingredient. Moreover, since the dielectric constant is generally low, an organic resin ingredient can reduce parasitic capacitance. However, since it is hygroscopic and is not suitable as a protective coat, it is good to use like this example combining the oxidation silicone film formed as the 1st interlayer insulation film 937, an oxidation silicon nitride film, a silicon nitride film, etc.

[0197] Then, the contact hole which arrives at the impurity range which the resist mask of a predetermined pattern is formed, and it is formed in each semi-conductor layer, and is made into a source field or a drain field is formed. A contact hole is formed by the dry etching method. In this case, the 2nd interlayer insulation film 939 which uses the mixed gas of CF₄, O₂, and helium for etching gas, and consists of an organic resin ingredient is etched first, and the 1st interlayer insulation film 937 is continuously etched for etching gas as CF₄ and O₂ after that. Furthermore, in order to raise a selection ratio with a semi-conductor layer, a contact hole can be formed by changing etching gas to CHF₃ and etching gate dielectric film 906.

[0198] And the wiring layer 940 which consists of a conductive metal membrane is formed by the sputter or the vacuum deposition method. Furthermore, on a wiring layer 940, the detached core 941 which consists of an ingredient with which the selection ratio to a wiring layer and an

etching reagent becomes large in the case of etching is formed. In addition, the detached core 941 may be formed with inorganic materials, such as a nitride and an oxide film, and may be formed by BORIIMIDO, the polyamide, or organic resin called BCB (benz-cyclo-butene). Furthermore, it may be formed with the metallic material.

[0199] Here, source wiring 942-945, the drain wiring 946-948, and the separation sections 942b-948b are formed by carrying out patterning of the detached core 941, and etching it after that with a mask. In addition, in this specification, the structure formed with a detached core and wiring is called a septum. Moreover, although not illustrated, at this example, it formed by the cascade screen of Ti film of this wiring and 50nm of thickness, and the alloy film (alloy film of aluminum and Ti) of 500nm of thickness.

[0200] Subsequently, the pixel electrode 949 is formed by forming and carrying out patterning of the transparence electric conduction film by the thickness of 80-120nm on it (drawing 9 (B)). In addition, in this example, the transparence electric conduction film which mixed the zinc oxide (ZnO) of 2-20 [%] is used for the indium oxide tin (ITO) film or indium oxide as a transparent electrode.

[0201] Moreover, the drain field of TFT963 for current control and electric connection are formed by forming the pixel electrode 949 in piles in contact with the contact wiring 923 electrically connected with drain wiring 946a.

[0202] Next, as shown in drawing 9 (B), the organic compound layer 950, cathode 951, and the passivation film 952 are formed by vacuum deposition. It is desirable to heat-treat to the pixel electrode 947, before forming the organic compound layer 950 at this time, and to remove moisture completely. In addition, although a MgAg electrode is used as cathode of an organic light emitting device in this example, you may be other well-known ingredients.

[0203] In addition, the organic compound layer 950 is formed by carrying out a laminating combining two or more layers called the hole injection layer, the electron hole transportation layer, the electron transport layer, electronic injection layer, and buffer layer other than a luminous layer. The structure of the organic compound layer used in this example is explained below at a detail.

[0204] In this example, it forms with vacuum deposition, respectively, using alpha-NPD as an electron hole transportation layer, using a copper phthalocyanine as a hole injection layer. In addition, a mixolimnion is formed in the interface of a hole injection layer and an electron hole transportation layer with vapor codeposition using a copper phthalocyanine and alpha-NPD. In addition, it is desirable to form the concentration gradient in the mixolimnion formed here.

[0205] Next, although a luminous layer is formed, in this example, the organic compound layer which shows luminescence which is different by using an ingredient which is different in a luminous layer is formed. In addition, in this example, red and the organic compound layer which shows green and blue luminescence are formed.

[0206] The luminous layer colored in red is formed in Alq3 using what doped DCM. In addition, N and N'-JISARI dust DIN -1, - tris (1, 3-diphenyl-propane -1, 3-JIONATO) europium which is Eu complex at 6-hexane JIAMINATO zinc (II) and (Zn (salhn)) (1, 10-phenanthroline) (III) (although what doped Eu (DBM)3 (Phen) can be used, a well-known ingredient can also be used.)

[0207] Moreover, the luminous layer colored green can make CBP and Ir (ppy)3 form with vapor codeposition. In addition, it is desirable to carry out the laminating of the electron hole blocking layer using BCP at this time. Moreover, in addition to this, an aluminum kino RIRATO complex (Alq3) and a benzoquinolinolato beryllium complex (BeBq) can be used. Furthermore, although the thing using the coumarin 6 and an ingredient called Quinacridone as a dopant is also possible to a kino RIRATO aluminum complex (Alq3), a well-known ingredient can also be used.

[0208] Furthermore, although the luminous layer colored blue can also use what doped perylene for the - JISARI dust DIN -1, 6-hexane JIAMINATO zinc (II) (Zn (salhn)), and N and N', 4'-bis(2 and 2-diphenyl-vinyl)-biphenyl (DPVBi) which are DPVBi which is a JISUCHIRIRU derivative, and the zinc complex which has an azomethine compound in a ligand, other well-known ingredients may be used for it.

[0209] In addition, in this example, a mixolimnion is formed in the interface of an electron hole transportation layer and a luminous layer with vapor codeposition using alpha-NPD which is the ingredient which forms the electron hole transportation layer formed previously, and the ingredient which forms the luminous layer mentioned above. In addition, it is desirable to form the concentration gradient in the mixolimnion formed here.

[0210] An electron transport layer is formed after mixolimnion formation. In addition, although ingredients, such as 1, 3, and 4-oxadiazole derivative and 1, 2, and 4-triazole derivative (TAZ), can be used as an electron transport layer, in this example, it forms with vacuum deposition at 30-60nm thickness using 1, 2, and 4-triazole derivative (TAZ).

[0211] Furthermore, a mixolimnion is formed with vapor codeposition using the ingredient which forms the luminous layer mentioned above to the interface of a luminous layer and an electron transport layer, and 1, 2, and 4-triazole derivative (TAZ). In addition, it is desirable to form the concentration gradient in the mixolimnion formed here.

[0212] The organic compound layer which becomes an interface from the laminated structure which has a mixolimnion by the above is formed. In addition, the thickness of the organic compound layer 950 (the organic compound layer and mixolimnion by which the laminating was carried out are included) in this example – the thickness of 10-400 [nm] (typically 60-150 [nm]), and cathode 951 – 80-200 [nm] (typically 100-150 [nm]) – then, it is good.

[0213] After forming an organic compound layer, the cathode of an organic light emitting device is formed by vacuum deposition. Although MgAg is used in this example as electric

conduction film used as the cathode of an organic light emitting device, it is also possible to use the aluminum-Li alloy film (alloy film of aluminum and a lithium) and the film formed by vapor codeposition in the element belonging to one group of a periodic table or two groups and aluminum.

[0214] Moreover, the passivation film 952 is formed after cathode 951 formation. In addition, it is possible to protect the organic compound layer 950 and cathode 951 from moisture or oxygen by forming the passivation film 952. In addition, in this example, the silicon nitride film of 300nm thickness is prepared as passivation film 952. This passivation film 952 may be continuously formed without carrying out atmospheric-air release after forming cathode 951.

[0215] In this way, the luminescence equipment of structure as shown in drawing 9 (C) is completed. In addition, the pixel electrode 949, the organic compound layer 950, and the part 954 with which cathode 951 has lapped are equivalent to an organic light emitting device.

[0216] The p channel mold TFT960 and the n channel mold TFT961 are TFT(s) which a drive circuit has, and form CMOS. TFT962 for switching and TFT963 for current control are TFT(s) which a picture element part has, and can form TFT of a drive circuit, and TFT of a picture element part on the same substrate.

[0217] In addition, since about 10V is enough as the electrical potential difference of the power source of a drive circuit also about 5-6V and at max in the case of the luminescence equipment using an organic light emitting device, in TFT, degradation by the hot electron seldom becomes a problem. Moreover, since it is necessary to operate a drive circuit at high speed, the smaller one of the gate capacitance of TFT is desirable. Therefore, it is desirable like this example that the 2nd impurity range 929 which the semi-conductor layer of TFT has, and 4th impurity range 933b make it the configuration which does not lap with the gate electrodes 918 and 919, respectively in the drive circuit of the luminescence equipment using an organic light emitting device.

[0218] In this way, the luminescence panel which formed the organic light emitting device on the substrate as shown in drawing 9 (C) can be formed.

[0219] In addition, after forming a luminescence panel, the luminescence equipment of this invention can be completed by closing this and connecting with an external power electrically by FPC.

[0220] In addition, it combines with any component configuration in an example 1 - an example 3 freely, and the configuration in this example can be carried out.

[0221] [Example 5] This example explains to a detail the luminescence panel created to drawing 9 (C) in the example 4 using drawing 10 about how to complete as luminescence equipment.

[0222] The plan showing the condition that drawing 10 (A) performed even the closure of an organic light emitting device, and drawing 10 (B) are the sectional views which cut drawing 10

(A) by A-A'. As for a source side drive circuit and 1002, 1001 shown by the dotted line is [a picture element part and 1003] gate side drive circuits. Moreover, 1004 is covering material, 1005 is a sealing compound, and space 1007 is established in the inside surrounded by the sealing compound 1005.

[0223] In addition, 1008 is wiring for transmitting the signal inputted into the source side drive circuit 1001 and the gate side drive circuit 1003, and receives a video signal and a clock signal from FPC (flexible print circuit) 1010 used as an external input terminal. In addition, although only FPC is illustrated here, the printed-circuit base (PWB) may be attached in this FPC. Not only the luminescence module in the condition that FPC or PWB was attached in the luminescence panel but the luminescence module which mounted IC shall be included in the luminescence equipment in this specification.

[0224] Next, cross-section structure is explained using drawing 10 (B). The picture element part 1002 and the gate side drive circuit 1003 are formed above the substrate 1000, and a picture element part 1002 is formed of two or more pixels containing the transparent electrode 1012 electrically connected to TFT1011 for current control, and its drain. Moreover, the gate side drive circuit 1003 is formed using the CMOS circuit (refer to drawing 9) which combined the n channel mold TFT1013 and the p channel mold TFT1014.

[0225] A transparent electrode 1012 functions as an anode plate of an organic light emitting device. Moreover, an interlayer insulation film 1006 is formed in the both ends of a transparent electrode 1012, and the cathode 1017 of the organic compound layer 1016 and an organic light emitting device is formed on a transparent electrode 1012.

[0226] Cathode 1017 functions also as wiring common to two or more pixels, and is electrically connected to FPC1010 via the connection wiring 1009. Furthermore, all the components contained in a picture element part 1002 and the gate side drive circuit 1003 are covered by the passivation film 1018.

[0227] Moreover, the covering material 1004 is stuck by the sealing compound 1005. In addition, in order to secure spacing of the covering material 1004 and an organic light emitting device, the spacer which consists of resin film may be formed. And the inside of a sealing compound 1005 is the sealed space, and it fills up with inert gas, such as nitrogen and an argon. In addition, it is also effective to prepare the moisture absorption material represented by the barium oxide into this closed space.

[0228] Moreover, as covering material, although glass, the ceramics, plastics, or a metal can be used, when making light emit to a covering material side, it must be translucency. In addition, as plastics, it is [0229] which can use FRP (Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF (polyvinyl florid), a Mylar, polyester, or an acrylic. By enclosing a luminescence panel using covering material and a sealing compound as mentioned above, an organic light emitting device can be completely intercepted from the outside, and it can protect from the exterior that

the matter to which degradation by oxidation of organic compound layers, such as moisture and oxygen, is urged invades. Therefore, reliable luminescence equipment can be obtained. [0230] In addition, it combines with any configuration in an example 1 - an example 4 freely, and the configuration in this example can be carried out.

[0231] [Example 6] In this example, the component in which the concentration gradient was formed to the first mixing zone 1708 and second mixing zone 1709 is concretely illustrated in the organic light emitting device shown by drawing 17.

[0232] First, about 100nm of ITO(s) is formed by sputtering, and the glass substrate 1701 in which the anode plate 1702 was formed is prepared. It carries in a vacuum tub as showed the glass substrate 1701 which has this anode plate 1702 in drawing 23. In this example, in order to vapor-deposit four kinds of ingredients (metal with which three kinds are organic compounds and one kind becomes cathode), four sources of vacuum evaporation are needed.

[0233] First, it is at a 3A [s] vacuum evaporation rate about the electron hole transportation zone 1705 which consists only of a spiro dimer (it is hereafter described as "S-TAD") of TAD. After forming 30nm, vacuum evaporation of the spiro dimer (it is hereafter described as "S-DPVB") of DPVB which is luminescent material is started, and the vacuum evaporation rate is raised gradually.

[0234] S-DPVB From immediately after vacuum evaporation initiation, the first mixing zone 1708 which has a concentration gradient is formed by decreasing the vacuum evaporation rate of S-TAD gradually. Since the 10nm of the first mixing zone 1708 is formed, at the time of the formation termination, it ends, and vacuum evaporation of S-TAD adjusts the variation of a vacuum evaporation rate, respectively, as the vacuum evaporation rate of S-DPVB has become [s] in 3A /.

[0235] Next, after forming 20nm of luminescence fields 1706 which consist of S-DPVB, vacuum evaporation of Alq which is an electronic transportation ingredient is started, and the vacuum evaporation rate is raised gradually. At this time, it is Alq. From immediately after vacuum evaporation initiation, the second mixing zone 1709 which has a concentration gradient is formed by decreasing the vacuum evaporation rate of S-DPVB gradually. Since the 10nm of the second mixing zone 1709 is formed, at the time of the formation termination, it ends, and vacuum evaporation of S-DPVB adjusts the variation of a vacuum evaporation rate, respectively, as the vacuum evaporation rate of Alq has become [s] in 3A /.

[0236] Furthermore, the electronic transportation zone 1707 is formed by continuing vapor-depositing only Alq succeeding. Thickness is set to 30nm. Finally, the organic light emitting device of blue luminescence originating in S-DPVB is obtained by vapor-depositing about 150nm of aluminum:Li alloys as cathode.

[0237] [Example 7] In this example, the organic light emitting device shown by drawing 21 (b)

is illustrated concretely.

[0238] First, about 100nm of ITO(s) is formed by sputtering, and the glass substrate 1701 in which the anode plate 1702 was formed is prepared. It carries in a vacuum tub as showed the glass substrate 1701 which has this anode plate 1702 in drawing 23 . In this example, in order to vapor-deposit five kinds of ingredients (three kinds are organic compounds and two kinds are a metal), five sources of vacuum evaporations are needed.

[0239] First, it is the electron hole transportation zone 1705 which consists only of alpha-NPD 3A/s After forming 30nm at a vacuum evaporation rate, the vacuum evaporation rate also starts in a vacuum evaporation of Alq which is luminescent material in 3A /, while it had been fixed. Namely, alpha-NPD The first mixing zone 1708 where the ratio of Alq becomes 1:1 will be formed in vapor codeposition. Thickness is set to 10nm.

[0240] After forming the first mixing zone 1708, it ends and vacuum evaporation of alpha-NPD forms the luminescence field 1706 by continuing vacuum evaporation of Alq succeeding. Thickness is set to 20nm. Furthermore, vacuum evaporation of BPhen which is an electronic transportation ingredient is started at a 3A [s] vacuum evaporation rate, continuing vacuum evaporation of Alq succeeding. That is, the second mixing zone 1709 where the ratio of Alq and BPhen becomes 1:1 will be formed in vapor codeposition. Thickness is set to 10nm.

[0241] Vacuum evaporation of Alq forms the 30nm electronic transportation zone 1707 by ending and continuing vacuum evaporation of BPhen succeeding after forming the second mixing zone 1709. furthermore, having continued vacuum evaporation of BPhen -- Li -- about 1wt% -- it considers as the electron injection field 1711 by adding. Thickness is set to 10nm.

[0242] Finally, the organic light emitting device of green luminescence originating in Alq is obtained by vapor-depositing about 150nm of aluminum:Li alloys as cathode.

[0243] [Example 8] In this example, the organic light emitting device shown by drawing 22 is illustrated concretely.

[0244] First, about 100nm of ITO(s) is formed by sputtering, and the glass substrate 11001 in which the anode plate 11002 was formed is prepared. It carries in a vacuum tub as showed the glass substrate 11001 which has this anode plate 11002 in drawing 23 . In this example, in order to vapor-deposit seven kinds of ingredients (five kinds are organic compounds and two kinds are a metal), seven sources of vacuum evaporation are needed.

[0245] First, although 20nm of CuPc(s) is vapor-deposited as a hole-injection ingredient and the hole-injection field 11010 is formed, vacuum evaporation of alpha-NPD which is an electron hole transportation ingredient about an interval at a dish is started at a 3A [s] vacuum evaporation rate at the same time it amounts to 20nm and finishes vacuum evaporation of CuPc. The reason for not setting an interval is for preventing formation of an impurity layer, as stated previously.

[0246] Next, after forming 20nm of electron hole transportation zones 11005 which consist only of alpha-NPD, the vacuum evaporation rate of alpha-NPD also starts vacuum evaporation of Alq in s in 3A /as a host ingredient to luminescent material, while it had been fixed [s] in 3A /. Namely, alpha-NPD The first mixing zone 11008 where the ratio of Alq becomes 1:1 will be formed in vapor codeposition. Thickness is set to 10nm.

[0247] After forming the first mixing zone 11008, it ends and vacuum evaporation of alpha-NPD forms the luminescence field 11006 by continuing vacuum evaporation of Alq succeedingly. Thickness is set to 20nm. DCM which is a fluorochrome as a luminescent material 11012 to the luminescence field 11006 at this time -- 1wt% -- it adds.

[0248] After forming the luminescence field 11006, although vacuum evaporation of DCM is ended, vacuum evaporation of Alq starts succeedingly vacuum evaporation of BPhen which is an electronic transportation ingredient at a 3A [s] vacuum evaporation rate, continuing. That is, the second mixing zone 11009 where the ratio of Alq and BPhen becomes 1:1 will be formed in vapor codeposition. Thickness is set to 10nm.

[0249] Vacuum evaporation of Alq forms the 30nm electronic transportation zone 11007 by ending and continuing vacuum evaporation of BPhen succeedingly after forming the second mixing zone 11009. furthermore, having continued vacuum evaporation of BPhen -- Li -- about 1wt% -- it considers as the electron injection field 11011 by adding. Thickness is set to 10nm.

[0250] Finally, the organic light emitting device of red luminescence originating in DCM is obtained by vapor-depositing about 150nm of aluminum:Li alloys as cathode.

[0251] [Example 9] In this example, the example of the organic light emitting device which applied triplet luminescent material as a luminescent material 11012 is concretely illustrated in the organic light emitting device shown by [drawing 22](#) .

[0252] First, about 100nm of ITO(s) is formed by sputtering, and the glass substrate in which ITO (anode plate) was formed is prepared. On this glass substrate, 20nm of Pori (3-hexyl) thiophenes which doped iodine is formed by spin coating as a hole-injection field 11010. Iodine should just use what was doped by dissolving in the same solvent, using benzene as a solvent. In addition, after membrane formation removes with heating the benzene which is a solvent.

[0253] Thus, it carries in in a vacuum tub as showed the glass substrate which applied the conductive polymer on ITO in [drawing 23](#) . In this example, in order to vapor-deposit six kinds of ingredients (metal with which five kinds are organic compounds and one kind becomes cathode), six sources of vacuum evaporation are needed.

[0254] First, it is the electron hole transportation zone 11005 which consists only of alpha-NPD 3A/s After forming 40nm at a vacuum evaporation rate, the vacuum evaporation rate also starts vacuum evaporation of BAAlq in s in 3A /as a host ingredient to luminescent material,

while it had been fixed. Namely, alpha-NPD The first mixing zone 11008 where the ratio of BAQ becomes 1:1 will be formed in vapor codeposition. Thickness is set to 10nm.

[0255] After forming the first mixing zone 11008, it ends and vacuum evaporation of alpha-NPD forms the luminescence field 11006 by continuing vacuum evaporation of BAQ succeeding. Thickness is set to 20nm. Ir (ppy)₃ which is triplet luminescent material as a luminescent material 11012 to the luminescence field 11006 at this time — 5wt(s)% — it adds.

[0256] After forming the luminescence field 11006, although vacuum evaporation of Ir(ppy)₃ is ended, vacuum evaporation of BAQ starts succeeding vacuum evaporation of AlQ which is an electronic transportation ingredient at a 3Å [s] vacuum evaporation rate, continuing. That is, the second mixing zone 11009 where the ratio of BAQ and AlQ becomes 1:1 will be formed in vapor codeposition. Thickness is set to 10nm.

[0257] Vacuum evaporation of BAQ forms the 30nm electronic transportation zone 11007 by ending and continuing vacuum evaporation of AlQ succeeding after forming the second mixing zone 11009. Furthermore, 2nm (acac) of Li(s) is vapor-deposited as an electron injection field.

[0258] Finally, the triplet light emitting device of green luminescence originating in Ir(ppy)₃ is obtained by vapor-depositing about 150nm of aluminum as cathode.

[0259] [Example 10] This example explains the luminescence equipment containing the organic light emitting device indicated by this invention. Drawing 24 is the sectional view of the active-matrix mold luminescence equipment which used the organic light emitting device of this invention.

[0260] In addition, an MOS transistor may be used although the thin film transistor (it is hereafter described as "TFT") is used as an active element here. Moreover, although the top gate mold TFT (specifically planar mold TFT) is illustrated as TFT, the bottom gate mold TFT (typically reverse stagger mold TFT) can also be used.

[0261] In drawing 24 (a), 11201 is a substrate, and it uses the substrate which penetrates the light in order to take out light from a substrate side here. What is necessary is just to specifically use a glass substrate, a quartz substrate, a crystallization glass substrate, or a plastic plate (for plastic film to be included). In addition, the insulator layer prepared in the front face shall also be included in a substrate 11201. [0262] On the substrate 11201, the picture element part 11211 and the drive circuit 11212 are formed. First, a picture element part 11211 is explained.

[0263] A picture element part 11211 is a field which performs image display. Two or more pixels exist on a substrate, and TFT(it is hereafter described as "the current control TFT") 11202, the pixel electrode (anode plate) 11203, the organic compound film 11204, and cathode 11205 for controlling the current which flows to an organic light emitting device are established in each pixel. In addition, although only the current control TFT is illustrated in

drawing 24 (a), TFT (it is hereafter described as "Switching TFT") for controlling the electrical potential difference which joins the gate of the current control TFT is prepared.

[0264] As for the current control TFT11202, it is desirable to use the p channel mold TFT here. Although considering as the n channel mold TFT is also possible, when connecting the current control TFT to the anode plate of an organic light emitting device like drawing 24 , the p channel mold TFT can press down power consumption. However, the n channel mold TFT or the p channel mold TFT may be used for Switching TFT.

[0265] Moreover, the pixel electrode 11203 is electrically connected to the drain of the current control TFT11202. In this example, in order to use the conductive ingredient whose work function is 4.5-5.5eV as an ingredient of the pixel electrode 11203, the pixel electrode 11203 functions as an anode plate of an organic light emitting device. What is necessary is just to use an ingredient of light transmission nature like indium oxide, tin oxide, zinc oxides, or these compounds (ITO etc.) typically as a pixel electrode 11203. The organic compound film 11204 is formed on the pixel electrode 11203.

[0266] Furthermore, cathode 11205 is formed on the organic compound film 11204. It is desirable to use the conductive ingredient whose work function is 2.5-3.5eV as an ingredient of cathode 11205. What is necessary is just to use typically the electric conduction film containing alkali metals or an alkalinity metallic element, the electric conduction film containing aluminum, or the thing that carried out the laminating of aluminum, the silver, etc. to the electric conduction film as cathode 11205.

[0267] Moreover, the layer which consists of the pixel electrode 11203, organic compound film 11204, and cathode 11205 is covered by the protective coat 11206. The protective coat 11206 is formed in order to protect an organic light emitting device from oxygen and water. As an ingredient of a protective coat 11206, silicon nitride, nitriding oxidation silicon, an aluminum oxide, tantalum oxide, or carbon (specifically diamond-like carbon) is used.

[0268] Next, the drive circuit 11212 is explained. The drive circuit 11212 is a field which controls the timing of the signal (a gate signal and data signal) transmitted to a picture element part 11211, and a shift register, the buffer, the latch, the analog switch (transfer gate), or the level shifter is prepared. Drawing 24 (a) shows the CMOS circuit which consists of an n channel mold TFT11207 and a p channel mold TFT11208 as a base unit of these circuits.

[0269] In addition, it is easy to be well-known [the circuitry of a shift register, a buffer, a latch, an analog switch (transfer gate), or a level shifter]. Moreover, although the picture element part 11211 and the drive circuit 11212 are formed on the same substrate in drawing 24 , IC and LSI can also be connected electrically, without forming the drive circuit 11212.

[0270] Moreover, although the pixel electrode (anode plate) 11203 is electrically connected to the current control TFT11202 in drawing 24 , the structure where cathode was connected to the current control TFT can also be taken. In that case, what is necessary is to form a pixel

electrode with the same ingredient as cathode 11205, and just to form cathode with the same ingredient as the pixel electrode (anode plate) 11203. In that case, as for the current control TFT, considering as the n channel mold TFT is desirable.

[0271] By the way, although what was produced at the process which forms wiring 11209 is shown after the luminescence equipment shown in drawing 24 (a) forms the pixel electrode 11203, the pixel electrode 11203 may start a surface dry area in this case. Since an organic light emitting device is a component of a current drive mold, it is also considered by the surface dry area of the pixel electrode 11203 that a property worsens.

[0272] Then, as shown in drawing 24 (b), after forming wiring 11209, the luminescence equipment which forms the pixel electrode 1203 is also considered. In this case, compared with the structure of drawing 24 (a), it is thought that the impregnation nature of the current from the pixel electrode 11203 improves.

[0273] Moreover, in drawing 24, each pixel currently installed in the picture element part 11211 according to the bank-like structure 11210 of a forward taper mold is separated. The structure where bank-like structure does not touch a pixel electrode can also be taken by making this bank-like structure into structure like for example, an inverse tapered shape mold. The example is shown in drawing 25.

[0274] In drawing 25, wiring and the separation section 11310 which served as the separation section using wiring were prepared. The configuration (structure with a canopy top) of wiring as shown by drawing 25, and the separation section 11310 can be formed by carrying out the laminating of the metal which constitutes wiring, and the ingredient with a dirty rate lower than said metal (for example, metal nitride), and etching them. With this configuration, the pixel electrode 11303, and wiring and cathode 11305 can prevent short-circuiting. In addition, unlike the luminescence equipment of the usual active-matrix mold, in drawing 25, it becomes the structure which makes cathode 11305 on a pixel the shape of a stripe (passive matrix is the same as that of cathode).

[0275] Moreover, drawing 26 (a) is the example which introduced effective electrode structure into the luminescence equipment of a active-matrix mold, when using a conductive polymer as a hole-injection field. A sectional view is shown in drawing 26 (a), and the plan of the electrode structure of each pixel is shown in drawing 26 (b), respectively. That is, in each pixel 11413, it is the structure where membranes are not formed by the whole surface, the anode plate has become stripe-like, and the slit is formed between the stripe-like electrode 11403.

[0276] If the direct organic compound film is formed in such structure, the part of the slit in which an electrode does not exist will not emit light. However, the whole surface of a pixel emits light by coating a conductive polymer 11414 like drawing 26 (a). That is, while a conductive polymer 11414 is a hole-injection field, it can be said to be having also played the role of an electrode.

[0277] It is not using a transparent thing as an anode plate 11403 as a merit of luminescence equipment like drawing 26. Sufficient luminescence can be taken out if the numerical aperture of a slit is about 8 - 90 percent. Moreover, how for the electric field over the organic compound film to join by the conductive polymer 11414 which forms an even field becomes uniform, and dielectric breakdown etc. stops being able to happen easily.

[0278] Next, the appearance of the active-matrix mold luminescence equipment shown in drawing 24 (b) is shown in drawing 27. In addition, a plan is shown in drawing 27 (a) and the sectional view when cutting drawing 27 (a) by P-P' is shown in drawing 27 (b). Moreover, the sign of drawing 24 is quoted.

[0279] As for a picture element part and 11502, in drawing 27 (a), 11501 is [a gate signal side drive circuit and 11503] data signal side drive circuits. Moreover, the signal transmitted to the gate signal side drive circuit 11502 and the data signal side drive circuit 11503 is inputted from the TAB (Tape Automated Bonding) tape 11505 through the input wiring 11504. In addition, although not illustrated, TCP (Tape Carrier Package) which prepared IC (Integrated circuit) may be connected to a TAB tape instead of the TAB tape 11505.

[0280] At this time, 11506 is covering material prepared above the luminescence equipment shown in drawing 24 (b), and is pasted up by the sealing compound 11507 which consists of resin. As long as the covering material 11506 is the quality of the material which does not penetrate oxygen and water, it may use what kind of thing. In this example, the covering material 11506 consists of carbon films (specifically diamond-like carbon film) 11506b and 11506c prepared in the front face and rear face of plastics material 11506a and said plastics material 11506a, as shown in drawing 27 (b).

[0281] Furthermore, as shown in drawing 27 (b), a sealing compound 11507 is covered with the sealing agent 11508 which consists of resin, and encloses an organic light emitting device with a closed space 11509 completely. A closed space 11509 should just be filled up with inert gas (typically nitrogen gas and rare gas), resin, or an inactive liquid (for example, liquefied fluorination carbon represented by the perfluoro alkane). Furthermore, it is also effective to form a desiccant and a deoxidant.

[0282] Moreover, a polarizing plate may be prepared in the screen (field which observes an image) of the luminescence equipment shown in this example. This polarizing plate presses down the reflection of light which carried out incidence from the outside, and has the effectiveness which prevents a watcher being reflected in the screen. Generally, the circular polarization of light plate is used. However, in order to prevent being reflected by the polarizing plate and the light emitted from the organic compound film returning to the interior, it is desirable to adjust a refractive index and to consider as structure with little internal reflection.

[0283] In addition, any of the organic light emitting device indicated by this invention may be used for the organic light emitting device contained in the luminescence equipment of this

example.

[0284] [Example 11] By this example, as an example of the luminescence equipment containing the organic light emitting device indicated by this invention, although active-matrix mold luminescence equipment is illustrated, in an example 5, it differs and the substrate in which the active element is formed shows the luminescence equipment of the structure (it is hereafter described as "upper part outgoing radiation") which takes out light from the opposite side. The sectional view is shown in drawing 28.

[0285] In addition, an MOS transistor may be used although the thin film transistor (it is hereafter described as "TFT") is used as an active element here. Moreover, although the top gate mold TFT (specifically planar mold TFT) is illustrated as TFT, the bottom gate mold TFT (typically reverse stagger mold TFT) can also be used.

[0286] In this example, it is good with the same configuration as an example 5 about the current control TFT11602 formed in the substrate 11601 and the picture element part, and the drive circuit 11612.

[0287] Although it is the first electrode 11603 connected to the drain of the current control TFT11602, in order to use as an anode plate, in this example, it is desirable to use a conductive ingredient with a larger work function. As the example of representation, metals, such as nickel, palladium, a tungsten, gold, and silver, are mentioned. Although it is desirable in this example not to penetrate light as for the first electrode 11603, it is still more desirable to use the high ingredient of the reflexivity of light in addition to it.

[0288] The organic compound film 11604 is formed on the first electrode 11603. Furthermore, the second electrode 11605 is formed on the organic compound film 11604, and it considers as cathode in this example. In that case, it is desirable to use the conductive ingredient whose work function is 2.5-3.5eV as an ingredient of the second electrode 11605. What is necessary is typically, just to use the electric conduction film containing alkali metals or an alkalinity metallic element, the electric conduction film containing aluminum, or the thing that carried out the laminating of aluminum, the silver, etc. to the electric conduction film. However, since this example is upper part outgoing radiation, it is a major premise that the second electrode 11605 is light transmission nature. Therefore, when using these metals, it is desirable that it is an about 20nm super-thin film.

[0289] Moreover, the layer which consists of the first electrode 11603, organic compound film 11604, and the second electrode 1605 is covered by the protective coat 11606. The protective coat 11606 is formed in order to protect an organic light emitting device from oxygen and water. In this example, as long as it penetrates light, what kind of thing may be used.

[0290] In addition, although the first electrode (anode plate) 11603 is electrically connected to the current control TFT11602 in drawing 28, the structure where cathode was connected to the current control TFT can also be taken. In that case, what is necessary is to form the first

electrode with the ingredient of cathode and just to form the second electrode with the ingredient of an anode plate. As for the current control TFT, at this time, considering as the n channel mold TFT is desirable.

[0291] Furthermore, 11607 is covering material and is pasted up by the sealing compound 11608 which consists of resin. As long as the covering material 11607 is the quality of the material which does not penetrate oxygen and water and is the quality of the material which penetrates light, it may use what kind of thing. Glass is used in this example. A closed space 11609 should just be filled up with inert gas (typically nitrogen gas and rare gas), resin, or an inactive liquid (for example, liquefied fluorination carbon represented by the perfluoro alkane). Furthermore, it is also effective to form a desiccant and a deoxidant.

[0292] In addition, the signal transmitted to a gate signal side drive circuit and a data signal side drive circuit is inputted from the TAB (Tape Automated Bonding) tape 11614 through the input wiring 11613. In addition, although not illustrated, TCP (Tape Carrier Package) which prepared IC (integrated circuit) may be connected to a TAB tape instead of the TAB tape 11614.

[0293] Moreover, a polarizing plate may be prepared in the screen (field which observes an image) of the luminescence equipment shown in this example. This polarizing plate presses down the reflection of light which carried out incidence from the outside, and has the effectiveness which prevents a watcher being reflected in the screen. Generally, the circular polarization of light plate is used. However, in order to prevent being reflected by the polarizing plate and the light emitted from the organic compound film returning to the interior, it is desirable to adjust a refractive index and to consider as structure with little internal reflection.

[0294] In addition, any of the organic light emitting device indicated by this invention may be used for the organic light emitting device contained in the luminescence equipment of this example.

[0295] [Example 12] This example explains the case where this invention is used for the luminescence equipment of a passive mold (passive-matrix mold). Drawing 11 is used for explanation. In drawing 11, 1301 is a glass substrate and an anode plate where 1302 consists of transparence electric conduction film. In this example, the compound of indium oxide and a zinc oxide is formed with vacuum deposition as transparence electric conduction film. In addition, although not illustrated in drawing 11, two or more anode plates are arranged in the shape of a stripe in the direction perpendicular to space.

[0296] Moreover, a bank (1303a, 1303b) is formed so that between the anode plates 1302 arranged in the shape of a stripe may be filled. The bank (1303a, 1303b) is formed in the direction perpendicular to space along the anode plate 1302.

[0297] Next, the organic compound layer which has a laminated structure is formed. In this example, a copper phthalocyanine is first formed by 30-50nm thickness by vacuum deposition

as 1st organic compound layer 1304.

[0298] Next, as 2nd organic compound layer 1305, alpha-NPD is formed by 30-60nm thickness by vacuum deposition.

[0299] Although the 3rd organic compound 1306 is furthermore formed, in this example, pixel 1306a which emits light in red, pixel 1306b which emits light green, and pixel 1306c which emits light blue are formed separately.

[0300] Although first pixel 1306a which emits light in red is formed, pixel 1306a which emits light in red forms Alq3 and DCM by 30-60nm thickness with vapor codeposition using a metal mask.

[0301] Next, although pixel 1306b which emits light green is formed, pixel 1306b which emits light green forms only Alq3 by 30-60nm thickness with vacuum deposition using a metal mask.

[0302] Next, although pixel 1306c which emits light blue is formed, pixel 1306c which emits light blue forms only BCP by 30-60nm thickness with vacuum deposition using a metal mask. In addition, the laminating of Alq3 may be carried out to BCP at this time.

[0303] In addition, also in this example, a mixolimnion is formed between organic layers. In the interface of the 1st organic compound layer and the 2nd organic compound layer, the 1st mixolimnion is formed and, specifically, the 2nd mixolimnion is prepared in the interface of the 2nd organic compound layer and the 3rd organic compound layer. In addition, what is necessary is just to use the approach shown in the gestalt of operation about production of a mixolimnion.

[0304] The organic light emitting device which shows two or more luminescence is obtained by the above. Moreover, since these organic compound layers are formed along the slot formed of the bank (1303a, 1303b), they are arranged in the shape of a stripe in the direction perpendicular to space.

[0305] Then, although not illustrated in drawing 11, it is arranged in the shape of a stripe so that the direction where two or more cathode 1307 is parallel to space may turn into a longitudinal direction and it may intersect perpendicularly with an anode plate 1302. In addition, in this example, cathode 1307 consists of MgAg and is formed by vacuum deposition, respectively. Moreover, although not illustrated, wiring is pulled out to the part in which FPC is attached behind so that an electrical potential difference predetermined in cathode 1307 may be applied.

[0306] Moreover, although not illustrated here, if cathode 1307 is formed, a silicon nitride film may be prepared as passivation film.

[0307] An organic light emitting device is formed on a substrate 1301 as mentioned above. In addition, in this example, since the lower electrode is the anode plate of translucency, the light generated in the organic compound layer is emitted to an inferior surface of tongue (substrate 1301). However, it can have structure of an organic light emitting device reversely, and a lower

electrode can also be used as the cathode of protection-from-light nature. In that case, the light generated in the organic compound layer will be emitted to a top face (it is the opposite side in a substrate 1301).

[0308] Next, a ceramic substrate is prepared as covering material 1308. With the structure of this example, since protection-from-light nature was sufficient, the ceramic substrate was used, but since the translucency of covering material is better when it, of course, has structure of an organic light emitting device reversely as mentioned above, it is good to use the substrate which consists of plastics or glass.

[0309] In this way, the prepared covering material 1308 is stuck by the sealing compound 1310 which becomes with ultraviolet-rays hardening resin. In addition, the inside 1309 of a sealing compound 1310 is the sealed space, and it fills up with inert gas, such as nitrogen and an argon. Moreover, it is also effective to prepare the moisture absorption material represented by the barium oxide into this sealed space 1309. Finally the anisotropic conductive film (FPC) 1311 is attached, and the luminescence equipment of a passive mold is completed. In addition, it combines with any component configuration of the organic light emitting device indicated by this invention freely, and this example can be carried out.

[0310] [Example 13] In this example, passive matrix mold luminescence equipment is illustrated as an example of the luminescence equipment containing the organic light emitting device indicated by this invention. The plan is shown in drawing 29 (a), and the sectional view when cutting drawing 29 (a) by P-P' is shown in drawing 29 (b).

[0311] In drawing 29 (a), 11701 is a substrate and uses plastics material here. As plastics material, what carried out polyimide, a polyamide, acrylic resin, an epoxy resin, PES (polyethylene ape file), PC (polycarbonate) and PET (polyethylene terephthalate), or PEN (polyethylenenaphthalate) on tabular or a film can be used.

[0312] 11702 is the scanning line (anode plate) which consists of oxidation electric conduction film, and uses the oxide electric conduction film which added the oxidation gallium to the zinc oxide in this example. Moreover, 11703 is the data line (cathode) which consists of a metal membrane, and uses the bismuth film in this example. Moreover, 11704 is a bank which consists of acrylic resin, and functions as a septum for dividing the data line 11703. Both the scanning line 11702 and the data line 11703 are formed so that two or more formation may be carried out and it may intersect perpendicularly with the shape of a stripe mutually. In addition, although not illustrated in drawing 29 (a), the organic compound film is inserted between the scanning line 11702 and the data line 11703, and an intersection 11705 serves as a pixel.

[0313] And the scanning line 11702 and the data line 11703 are connected to an external drive circuit through the TAB tape 11707. In addition, 11708 expresses the wiring group in which the scanning line 11702 comes to gather, and 11709 expresses the wiring group which consists of a set of the connection wiring 11706 connected to the data line 11703. Moreover, although not

illustrated, TCP which prepared IC may be connected to a TAB tape instead of the TAB tape 11707.

[0314] Moreover, in drawing 29 (b), it is the covering material by which 11710 was stuck on the sealing compound by the sealing compound 11710, and 11711 was stuck on the plastics material 11701. There is little degasifying and a hygroscopic low ingredient is [that what is necessary is just to use photo-curing resin as a sealing compound 11710] desirable. The ingredient same as covering material as a substrate 11701 is desirable, and glass (quartz glass is included) or plastics can be used. Here, plastics material is used.

[0315] Next, the enlarged drawing of the structure of the pixel field 11712 is shown in drawing 29 (c). 11713 is the organic compound film. In addition, as shown in drawing 29 (c), lower layer width of face is a narrow configuration from the upper width of face, and bank 11704 can divide the data line 11703 physically. Moreover, the picture element part 11714 surrounded by the sealing compound 11710 is intercepted from the open air with the sealing agent 11715 which consists of resin, and has structure which prevents degradation of the organic compound film.

[0316] Since a picture element part 11714 is formed by the scanning line 11702, the data line 11703, bank 11704, and the organic compound film 11713, the luminescence equipment of this invention which consists of the above configurations is producible in a very easy process.

[0317] Moreover, a polarizing plate may be prepared in the screen (field which observes an image) of the luminescence equipment shown in this example. This polarizing plate presses down the reflection of light which carried out incidence from the outside, and has the effectiveness which prevents a watcher being reflected in the screen. Generally, the circular polarization of light plate is used. However, in order to prevent being reflected by the polarizing plate and the light emitted from the organic compound film returning to the interior, it is desirable to adjust a refractive index and to consider as structure with little internal reflection.

[0318] In addition, any of the organic light emitting device indicated by this invention may be used for the organic light emitting device contained in the luminescence equipment of this example.

[0319] [Example 14] In this example, it illustrates about full color luminescence equipment. The full color luminescence equipment in this example points out the thing of the equipment which can express various colors using red, green, and the three primary colors of a blue light.

[0320] First, it is the technique of distinguishing by different color red, green, and the organic light emitting device that presents the blue luminescent color with as most typical example using the technique of the conventional shadow mask, respectively. Namely, what is necessary is just to prepare red who stated in the example 6 - the example 8, and an organic green and blue light emitting device on the substrate of luminescence equipment which was stated in the example 10, the example 11, and the example 13.

[0321] Full-color-izing using the color filter as other approaches is possible. That is, as shown

in drawing 30 (a), it is the technique of preparing the organic light emitting device of white luminescence on the substrate which has a color filter. What is necessary is just to use that on which the circuit as shown in the substrate with which patterning of the color filter was carried out in the example 10, the example 11, and the example 13 as a substrate is drawn. The example of the white light emitting device by this invention was shown in drawing 30 (b).

[0322] Moreover, full-color-izing using a color conversion method is also possible. That is, as shown in drawing 31 (a), it is the technique of preparing the organic light emitting device of blue luminescence on the substrate which has a color conversion layer. A color conversion layer absorbs the light and are fluorescent paint which emits the light of long wave length rather than the wavelength of the absorbed light. What is necessary is just to use that on which the circuit as shown in the substrate with which patterning of the color conversion layer was carried out in the example 10, the example 11, and the example 13 as a substrate is drawn. The example of the blue light emitting device by this invention was shown in drawing 31 (b).

[0323] The color conversion method by the photograph breaching besides such typical technique etc. is applicable to this invention depending on selection of an ingredient.

[0324] [Example 15] This example shows the example which prepared and carried out the modularization of the printed wired board to the luminescence equipment shown in the example 13.

[0325] The TAB tape 12004 is attached in a substrate 12001 (here, a picture element part 12002 and Wiring 12003a and 12003b are included), and, as for the module shown in drawing 32 (a), the printed wired board 12005 is attached through said TAB tape 12004.

[0326] Here, the functional block diagram of a printed wired board 12005 is shown in drawing 32 (b). IC which functions at least as I/O Ports (an input or output section) 12006 and 12009, the data signal side drive circuit 12007, and a gate signal side circuit 12008 is prepared in the interior of a printed wired board 12005.

[0327] Thus, the module of a configuration of that the TAB tape was attached in the substrate with which the picture element part was formed in the substrate side, and the printed-circuit version which has a function as a drive circuit through the TAB tape was attached is made to call it a drive circuit external mold module especially on these specifications.

[0328] In addition, any of the organic light emitting device indicated by this invention may be used for the organic light emitting device contained in the luminescence equipment of this example.

[0329] [Example 16] This example shows the example which prepared and carried out the modularization of the printed wired board to the luminescence equipment shown in the example 10, the example 11, or the example 13.

[0330] The TAB tape 12105 is attached in a substrate 12101 (here, a picture element part 12102, the data signal side drive circuit 12103, the gate signal side drive circuit 12104, and

Wiring 12103a and 12104a are included), and, as for the module shown in drawing 33 (a), the printed wired board 12106 is attached through the TAB tape 12105. The functional block diagram of a printed wired board 12106 is shown in drawing 33 (b).

[0331] As shown in drawing 33 (b), IC which functions as I/O Ports 12107 and 12110 and the control section 12108 at least is prepared in the interior of a printed wired board 12106. In addition, although the memory section 12109 is formed here, it is not necessarily required. Moreover, the control section 12108 is a part with the function for controlling control of a drive circuit, amendment of image data, etc.

[0332] Thus, the module of a configuration of that the printed wired board which has a function as a controller in the substrate with which the organic light emitting device was formed was attached is made to call it a controller external mold module especially on these specifications.

[0333] In addition, any of the organic light emitting device indicated by this invention may be used for the organic light emitting device contained in the luminescence equipment of this example.

[0334] [Example 17] This example shows the example of the luminescence equipment which drives an organic light emitting device by digital time amount gradation display. The luminescence equipment of this example can obtain a uniform image by digital time amount gradation display, and is very useful.

[0335] The circuitry of the pixel using an organic light emitting device is shown in drawing 34 (a). Tr expresses a transistor and Cs expresses a storage capacitor. In this circuit, if a gate line is chosen, a current will flow from a source line to Tr1, and the electrical potential difference corresponding to that signal will be accumulated in Cs. And the current controlled by the gate of Tr2 and the electrical potential difference (V_{gs}) between the sources will flow to Tr2 and an organic light emitting device.

[0336] After Tr1 is chosen, Tr1 will be in an OFF state and the electrical potential difference (V_{gs}) of Cs is held. Therefore, passing only the current depending on V_{gs} can be continued.

[0337] The chart which drives such a circuit by digital time amount gradation display is shown in drawing 34 (b). That is, although one frame was divided into two or more subframes, in drawing 34 (b), it is considered as the 6-bit gradation which divides one frame into six subframes. In this case, the rate of each subframe luminescence period is set to 32:16:8:4:2:1.

[0338] The outline of the drive circuit of the TFT substrate in this example is shown in drawing 34 (c). The gate driver and the source driver are prepared on the same substrate. In this example, a pixel circuit and a driver can obtain a uniform image, without being influenced of dispersion in a TFT property, since it is designed so that a digital drive may be carried out.

[0339] [Example 18] Since the luminescence equipment using an organic light emitting device is a spontaneous light type, compared with a liquid crystal display, it is excellent in the visibility in a bright location, and its angle of visibility is large. Therefore, it can use for the display of

various electric appliances.

[0340] As an electric appliance using the luminescence equipment produced by this invention, the picture reproducer (equipment equipped with the display which specifically reproduces record media, such as a digital videodisc (DVD), and can display the image) equipped with a video camera, a digital camera, a goggles mold display (head mount display), a navigation system, sound systems (a car audio, audio component stereo, etc.), a note type personal computer, a game device, Personal Digital Assistants (a mobile computer, a cellular phone, a handheld game machine, or digital book), and a record medium etc. is mentioned. Since importance is attached to the size of an angle of visibility, as for especially the Personal Digital Assistant with many opportunities to see a screen from across, it is desirable to use the luminescence equipment which has an organic light emitting device. The example of these electric appliances is shown in drawing 12 .

[0341] Drawing 12 (A) is a display and contains a case 2001, susceptor 2002, a display 2003, the loudspeaker section 2004, and video input terminal 2005 grade. The luminescence equipment produced by this invention can be used for a display 2003. Since it is a spontaneous light type, the luminescence equipment which has an organic light emitting device has an unnecessary back light, and it can be made into a display thinner than a liquid crystal display. In addition, as for a display, all the displays for information displays the object for personal computers, the object for TV broadcast reception, for an advertising display, etc. are contained.

[0342] Drawing 12 (B) is a digital still camera, and contains a body 2101, a display 2102, the television section 2103, the actuation key 2104, the external connection port 2105, and shutter 2106 grade. The luminescence equipment produced by this invention can be used for a display 2102.

[0343] Drawing 12 (C) is a note type personal computer, and contains a body 2201, a case 2202, a display 2203, a keyboard 2204, the external connection port 2205, and pointing mouse 2206 grade. The luminescence equipment produced by this invention can be used for a display 2203.

[0344] Drawing 12 (D) is a mobile computer and contains a body 2301, a display 2302, a switch 2303, the actuation key 2304, and infrared port 2305 grade. The luminescence equipment produced by this invention can be used for a display 2302.

[0345] Drawing 12 (E) is the picture reproducer (specifically DVD regenerative apparatus) of the pocket mold equipped with the record medium, and contains a body 2401, a case 2402, a display A2403, a display B2404, the record-media (DVD etc.) reading section 2405, the actuation key 2406, and loudspeaker section 2407 grade. the luminescence equipment produced by this invention although the display A2403 mainly displayed image information and the display B2404 mainly displayed text -- these displays A and B -- It can use for 2403 and

2404. In addition, a home video game machine machine etc. is contained in the picture reproducer equipped with the record medium.

[0346] Drawing 12 (F) is a goggles mold display (head mount display), and contains a body 2501, a display 2502, and the arm section 2503. The luminescence equipment produced by this invention can be used for a display 2502.

[0347] Drawing 12 (G) is a video camera and contains a body 2601, a display 2602, a case 2603, the external connection port 2604, the remote control receive section 2605, the television section 2606, a dc-battery 2607, the voice input section 2608, and actuation key 2609 grade. The luminescence equipment produced by this invention can be used for a display 2602.

[0348] Drawing 12 (H) is a cellular phone and contains a body 2701, a case 2702, a display 2703, the voice input section 2704, the voice output section 2705, the actuation key 2706, the external connection port 2707, and antenna 2708 grade here. The luminescence equipment produced by this invention can be used for a display 2703. In addition, a display 2703 can stop the power consumption of a cellular phone by displaying a white alphabetic character on a black background.

[0349] In addition, if the luminescence brightness of an organic material will become high in the future, it will also become possible to carry out expansion projection of the light containing the outputted image information with a lens etc., and to use for the projector of a front mold or a rear mold.

[0350] Moreover, the above-mentioned electric appliance displays more often the information distributed through electronic communication lines, such as the Internet and CATV (cable television), and its opportunity to display especially animation information has been increasing. Since the speed of response of an organic material is very high, luminescence equipment is desirable to a movie display.

[0351] Moreover, in order that the part which is emitting light may consume power, as for luminescence equipment, it is desirable to display information that the amount of light-emitting part decreases as much as possible. Therefore, when using luminescence equipment for the display which is mainly concerned with text like a Personal Digital Assistant especially a cellular phone, or a sound system, it is desirable to drive so that text may be formed by part for a light-emitting part by making a nonluminescent part into a background.

[0352] As mentioned above, the applicability of the luminescence equipment produced using this invention is very wide, and using for the electric appliance of all fields is possible.

Moreover, the electric appliance of this example can use for the display any of luminescence equipment which have the organic light emitting device indicated by this invention.

[0353] [Example 19] The luminescence equipment of this invention stated in the above-mentioned example has the advantage that a life is long, with a low power. therefore, power

consumption with the electric appliance lower than before with which said luminescence equipment is contained as a display etc. -- actuation -- possible -- in addition -- and it becomes the electric appliance which merit-maintains and is carried out. Since low-power-ization links with facilities directly about an electric appliance like the pocket device which uses a dc-battery especially as a power source (a cell piece cannot happen easily), it is very useful.

[0354] Moreover, since said luminescence equipment is a spontaneous light type, since a back light like a liquid crystal display does not fill 1 micrometer with the thickness of the organic compound film, the formation of thin lightweight is possible [it is unnecessary, and] for it. therefore, the electric appliance with which said luminescence equipment is contained as a display etc. -- the former -- a thin shape -- it becomes a lightweight electric appliance. it is very useful in order to also link this with facilities (the lightness in the case of carrying -- a compact) directly about an electric appliance like especially a pocket device. Furthermore, in an electric appliance at large, that what is been a thin shape (it is not bulky) is useful also seen from a transportation side (mass transportation is possible) and an installation side (tooth-space reservation of the room etc.) does not have misgiving.

[0355] In addition, since said luminescence equipment is a spontaneous light type, it is excellent in the visibility in a bright location compared with a liquid crystal display, and, moreover, has the description that an angle of visibility is large. Therefore, the electric appliance which has said luminescence equipment as a display has a big merit also in respect of the conspicuousness of a display.

[0356] That is, in addition to the advantage of the conventional organic light emitting devices, such as a thin light weight and quantity visibility, the electric appliance using the luminescence equipment of this invention also holds a low power and the features of being long lasting, and is very useful.

[0357] In this example, the electric appliance which contains the luminescence equipment of this invention as a display is illustrated. The example is shown in drawing 35 and drawing 36 . In addition, any of the component indicated by this invention may be used for the organic light emitting device contained in the electric appliance of this example. Moreover, which gestalt of drawing 24 - drawing 34 may be used for the gestalt of the luminescence equipment contained in the electric appliance of this example.

[0358] Drawing 35 (a) is the display which used the organic light emitting device, and contains case 12301a, susceptor 12302a, and display 12303a. By producing the display using the luminescence equipment of this invention as display 12303a, the display which is thinly lightweight, merit-maintains and is carried out is realizable. Therefore, transportation becomes simple, space-saving [at the time of being installation] turns possible up, and a life is also long.

[0359] Drawing 35 (b) is a video camera and contains body 12301b, display 12302b, voice

input section 12303b, actuation switch 12304b, dc-battery 12305b, and television section 12306b. By producing the video camera using the luminescence equipment of this invention as display 2302b, there is little power consumption and it can realize a lightweight video camera. Therefore, the consumption of a cell decreases and carrying also becomes simple.

[0360] Drawing 35 (c) is a digital camera and contains body 12301c, display 12302c, eye contacting part 12303c, and actuation switch 12304c. By producing the digital camera using the luminescence equipment of this invention as display 12302c, there is little power consumption and it can realize a lightweight digital camera. Therefore, the consumption of a cell decreases and carrying also becomes simple.

[0361] Drawing 35 (d) is the picture reproducer equipped with the record medium, and contains 12301d [of bodies], 12302d [of record media (CD, LD, or DVD)], and actuation switch 12303d, (Display A) 12304d, and (Display B) 12305d. Display (A) 12304d of image information is mainly displayed, and text is mainly displayed (Display B) 12305d. By producing said picture reproducer using the luminescence equipment of this invention as these (Display A) 12304d or (Display B) 12305d, said picture reproducer which power consumption merit-maintains at few lightweight tops, and carries out is realizable. In addition, CD regenerative apparatus, a game device, etc. are included in the picture reproducer equipped with this record medium.

[0362] Drawing 35 (e) is a pocket mold (mobile) computer, and contains body 12301e, display 12302e, television section 12303e, actuation switch 12304e, and memory slot 12305e. producing the pocket mold computer using the luminescence equipment of this invention as display 12302e -- power consumption -- few -- a thin shape -- a lightweight pocket mold computer is realizable. Therefore, the consumption of a cell decreases and carrying also becomes simple. In addition, this pocket mold computer can record information on the record medium which integrated a flash memory and nonvolatile memory, or can reproduce it.

[0363] Drawing 35 (f) is a personal computer and contains 12301f [of bodies], 12302f [of cases], 12303f [of displays], and keyboard 12304f. producing the personal computer using the luminescence equipment of this invention as 12303f of displays -- power consumption -- few -- a thin shape -- a lightweight personal computer is realizable. When the application with which it walks around like a notebook computer especially is required, it becomes a big merit in respect of the consumption of a cell, or lightness.

[0364] In addition, the above-mentioned electric appliance displays more often the information distributed through radio, such as electronic communication lines, such as the Internet, and an electric wave, and its opportunity to display especially animation information is increasing. The speed of response of an organic light emitting device is very quick, and suitable for such a movie display.

[0365] Next, drawing 36 (a) is a cellular phone and contains body 12401a, voice output section 12402a, voice input section 12403a, display 12404a, actuation switch 12405a, and antenna

12406a. producing the cellular phone using the luminescence equipment of this invention as display 12404a -- power consumption -- few -- a thin shape -- a lightweight cellular phone is realizable. Therefore, the consumption of a cell decreases, and carrying also turns easy up and it is made on a compact body.

[0366] Drawing 36 (b) is an audio equipment (specifically audio for mount), and includes body 12401b, display 12402b, and the actuation switches 12403b and 12404b. By producing the audio equipment using the luminescence equipment of this invention as display 12402b, there is little power consumption and it can realize a lightweight audio equipment. Moreover, although this example shows the audio for mount as an example, you may use for a home audio.

[0367] In addition, in an electric appliance as shown by drawing 35 and drawing 36, it is effective to give a function which modulates luminescence brightness according to the brightness of an operating environment by establishing a means to make build in a photosensor further and to detect the brightness of an operating environment. A user can recognize an image or text satisfactory, if the brightness of 100-150 is securable by the contrast ratio compared with the brightness of an operating environment. That is, when an operating environment is bright, the brightness of an image is raised and it is made legible, and when an operating environment is dark, it becomes possible to stop the brightness of an image and to stop power consumption.

[0368] Moreover, since actuation with a low power and the formation of thin lightweight are possible also for various electric appliances using the luminescence equipment of this invention as the light source, they can be referred to as very useful. Typically, implementation of a low power and the formation of thin lightweight are possible for the electric appliance which contains the luminescence equipment of this invention as the light source of the back light or front light of a liquid crystal display, or the light source of a lighting device.

[0369] Therefore, when using as a liquid crystal display all the displays of the electric appliance of drawing 35 and drawing 36 shown in this example, by producing the electric appliance using the luminescence equipment of this invention as the back light or front light of the liquid crystal display, there is little power consumption and a thin and lightweight electric appliance can be attained.

[0370] [Example 20] This example shows the example of the constant current drive circuit of the active-matrix mold driven by passing a fixed current to the organic light emitting device indicated by this invention. The circuitry is shown in drawing 37.

[0371] The pixel 12810 shown in drawing 37 has a signal line Si, the 1st scanning line Gj, the 2nd scanning line Pj, and the power-source line Vi. Moreover, the pixel 12810 has the organic light emitting device 12811 and retention volume 12812 of Tr1, Tr2, Tr3, Tr4, and a mixed assembling die.

[0372] Both the gates of Tr3 and Tr4 are connected to the 1st scanning line Gj. One side is connected to a signal line Si, and another side is connected to the source of Tr2 for the source and the drain of Tr3. Moreover, one side is connected to the source of Tr2, and another side is connected to the gate of Tr1 for the source and the drain of Tr4. That is, the source of Tr3, either of the drains, and the source of Tr4 and either of the drains are connected.

[0373] The source of Tr1 is connected to the power-source line Vi, and the drain is connected to the source of Tr2. The gate of Tr2 is connected to the 2nd scanning line Pj. And the drain of Tr2 is connected to the pixel electrode which the organic light emitting device 12811 has. The organic light emitting device 12811 has the organic luminous layer prepared between the pixel electrode, the counterelectrode, and a pixel electrode and a counterelectrode. The fixed electrical potential difference is given according to the power source with which the counterelectrode of the organic light emitting device 12811 was prepared in the exterior of a luminescence panel.

[0374] In addition, either the n channel mold TFT or the p channel mold TFT is OK as Tr3 and Tr4. However, the polarity of Tr3 and Tr4 is the same. Moreover, either the n channel mold TFT or the p channel mold TFT is OK as Tr1. Either the n channel mold TFT or the p channel mold TFT is OK as Tr2. One side is an anode plate and another side of the pixel electrode and counterelectrode of a light emitting device is cathode. When Tr2 is the p channel mold TFT, it is desirable to use cathode as a counterelectrode, using an anode plate as a pixel electrode. On the contrary, when Tr2 is the n channel mold TFT, it is desirable to use an anode plate as a counterelectrode, using cathode as a pixel electrode.

[0375] Retention volume 12812 is formed between the gate of Tr1, and the source. Although it is prepared in order to maintain more certainly the gate of Tr1, and the electrical potential difference (VGS) between the sources, it is not necessary to necessarily form retention volume 12812.

[0376] In the current source in which a signal-line drive circuit has the current supplied to a signal line Si, it is controlled by the pixel shown in drawing 37.

[0377] By applying the above circuitry, the constant current drive which is going to pass a fixed current to an organic light emitting device, and is going to keep brightness constant to it is attained. Although the organic light emitting device which has the mixing zone indicated by this invention has a long life compared with the conventional organic light emitting device, since reinforcement can be further attained by carrying out the above constant current drives, it is effective.

[0378]

[Effect of the Invention] As mentioned above, in the interface of the organic compound layer which has a laminated structure by this invention, the energy barrier between the organic layers in an interface can be eased by forming the mixolimnion which consists of an organic

compound which forms each organic compound layer. Since the impregnation nature of the carrier between organic layers can be raised by this, it becomes possible to form the organic long light emitting device of reduction of driver voltage, or a component life. By furthermore carrying out this invention, power consumption can obtain the luminescence equipment which excelled [tops / few] also in the life. Furthermore, the electric appliance which merit-maintains at a top with little [it is bright and] power consumption, and is carried out by using such luminescence equipment for the light source or a display can be obtained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing explaining the mixolimnion in this invention.

[Drawing 2] Drawing explaining the concentration gradient in a mixolimnion.

[Drawing 3] Drawing explaining production of a mixolimnion.

[Drawing 4] Drawing explaining the component configuration in the organic light emitting device of this invention.

[Drawing 5] Drawing explaining the component configuration in the organic light emitting device of this invention.

[Drawing 6] Drawing explaining the component configuration in the organic light emitting device of this invention.

[Drawing 7] Drawing explaining a production stroke.

[Drawing 8] Drawing explaining a production stroke.

[Drawing 9] Drawing explaining a production stroke.

[Drawing 10] Drawing explaining the closure structure of luminescence equipment.

[Drawing 11] The sectional view explaining luminescence equipment.

[Drawing 12] Drawing showing an example of an electric appliance.

- [Drawing 13] Drawing showing the conventional organic light emitting device.
- [Drawing 14] Drawing showing the condition of an organic interface.
- [Drawing 15] Drawing showing vacuum evaporatio~~n~~o equipment.
- [Drawing 16] Drawing showing formation of an impurity layer.
- [Drawing 17] Drawing showing the structure of an organic light emitting device.
- [Drawing 18] Drawing showing a concentration profile.
- [Drawing 19] Drawing showing a concentration profile.
- [Drawing 20] Drawing showing the condition of a mixing zone.
- [Drawing 21] Drawing showing the structure of an organic light emitting device.
- [Drawing 22] Drawing showing the structure of an organic light emitting device.
- [Drawing 23] Drawing showing vacuum evaporatio~~n~~o equipment.
- [Drawing 24] Drawing showing the cross-section structure of luminescence equipment.
- [Drawing 25] Drawing showing the cross-section structure of luminescence equipment.
- [Drawing 26] Drawing showing the cross-section structure of luminescence equipment.
- [Drawing 27] Drawing showing the top-face structure and cross-section structure of luminescence equipment.
- [Drawing 28] Drawing showing the top-face structure and cross-section structure of luminescence equipment.
- [Drawing 29] Drawing showing the top-face structure and cross-section structure of luminescence equipment.
- [Drawing 30] Drawing showing the outline of the luminescence equipment using a color filter.
- [Drawing 31] Drawing showing the outline of the luminescence equipment using a color conversion layer.
- [Drawing 32] Drawing showing the configuration of luminescence equipment.
- [Drawing 33] Drawing showing the configuration of luminescence equipment.
- [Drawing 34] Drawing showing the configuration of luminescence equipment.
- [Drawing 35] Drawing showing the example of an electric appliance.
- [Drawing 36] Drawing showing the example of an electric appliance.
- [Drawing 37] Drawing explaining the circuitry of luminescence equipment.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the

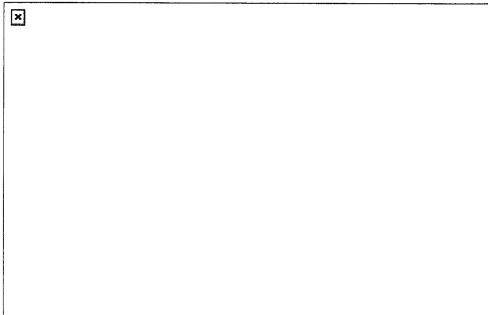
original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

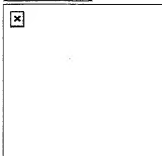
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

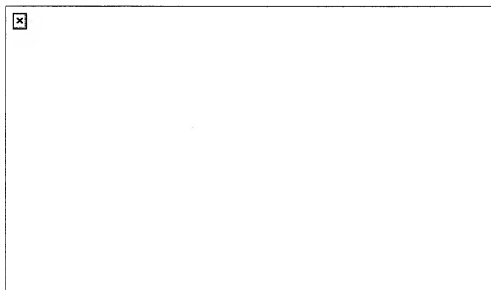
[Drawing 1]



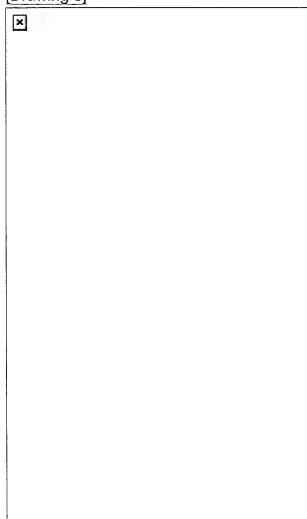
[Drawing 37]



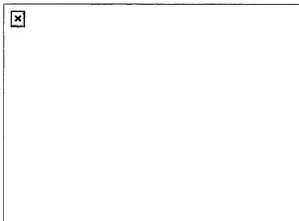
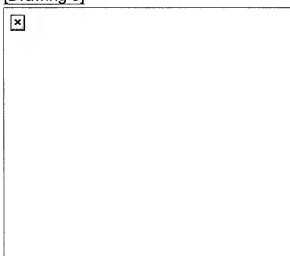
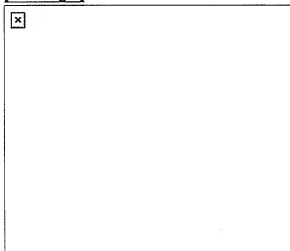
[Drawing 2]

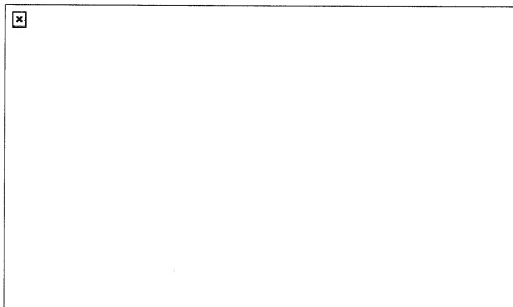


[Drawing 3]

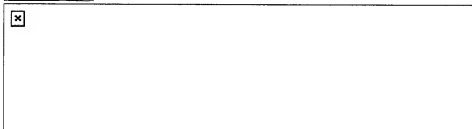


[Drawing 4]

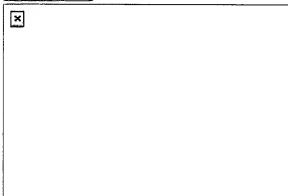
[Drawing 5][Drawing 6][Drawing 7]



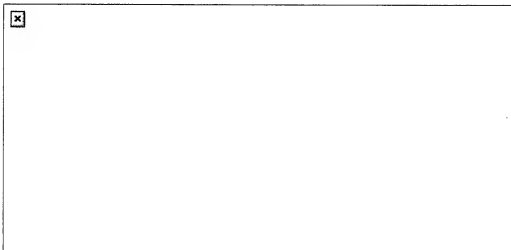
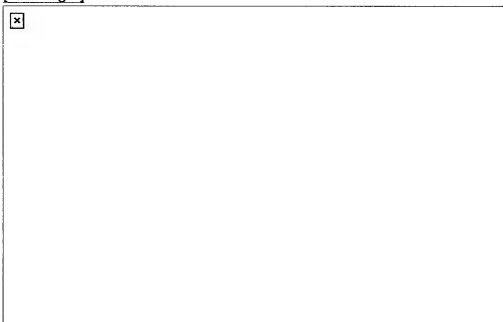
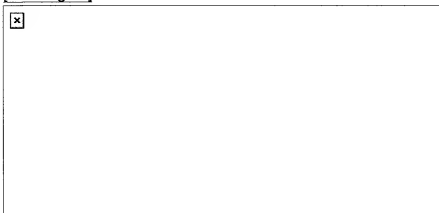
[Drawing 11]

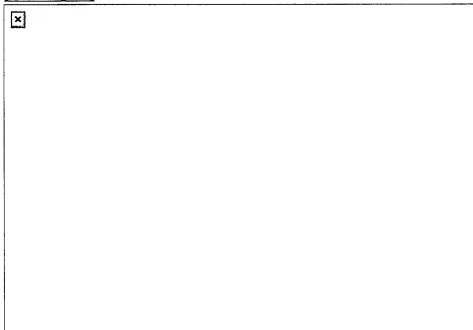
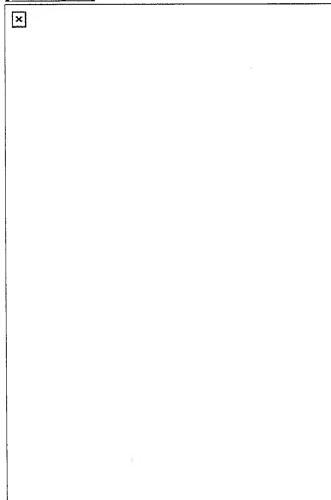


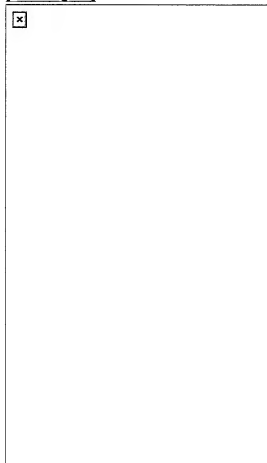
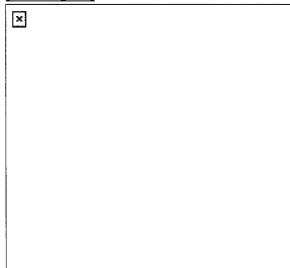
[Drawing 16]

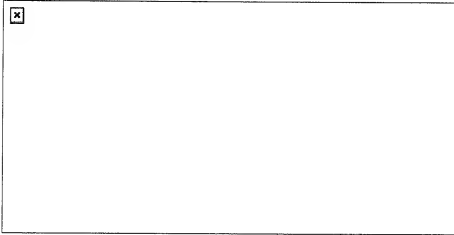
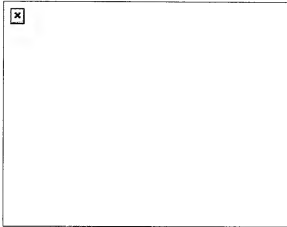
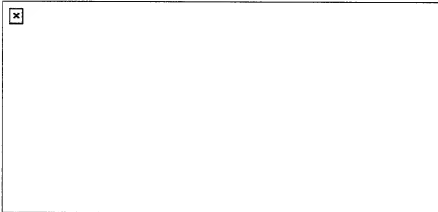


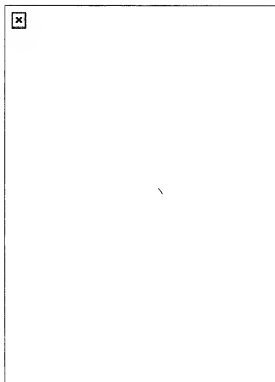
[Drawing 8]

[Drawing 9][Drawing 18]

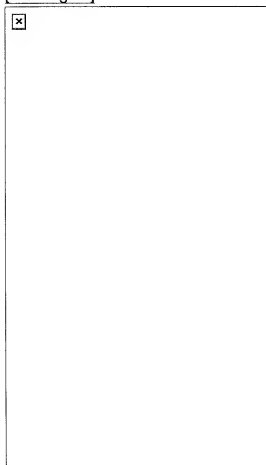
[Drawing 10][Drawing 12]

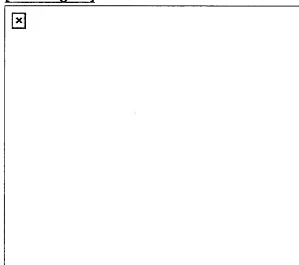
[Drawing 13][Drawing 14][Drawing 15]

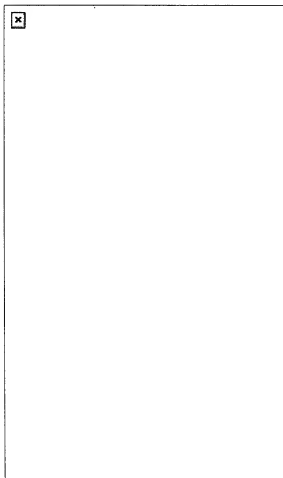
[Drawing 17][Drawing 19][Drawing 20]



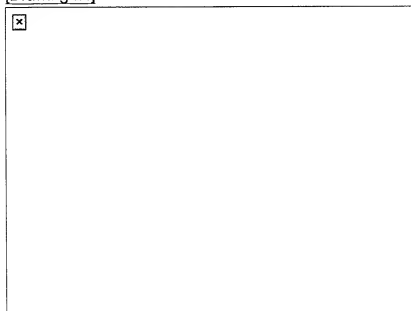
[Drawing 21]



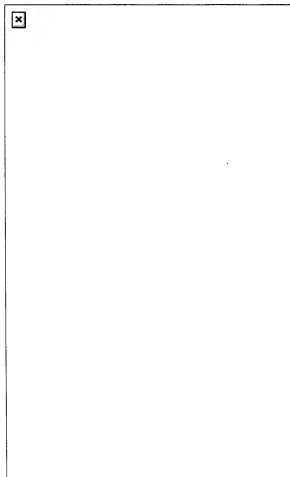
[Drawing 22][Drawing 36][Drawing 23]



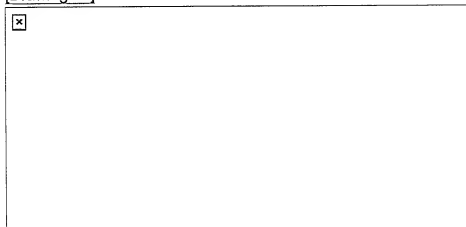
[Drawing 24]



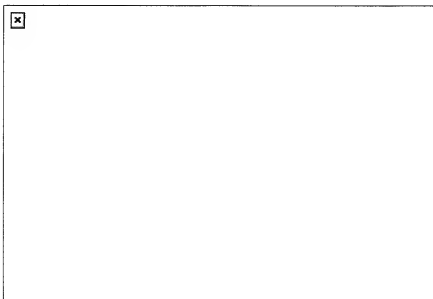
[Drawing 29]



[Drawing 25]



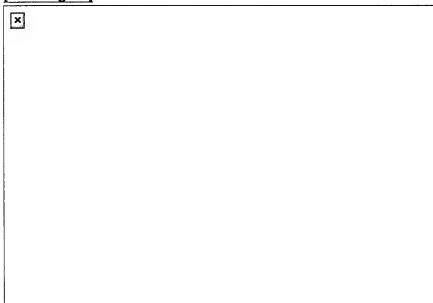
[Drawing 26]

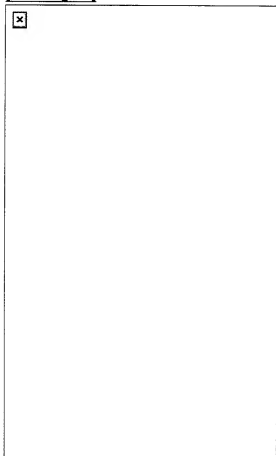


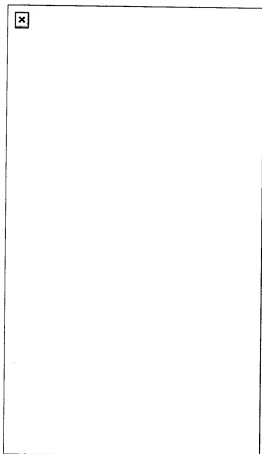
[Drawing 28]



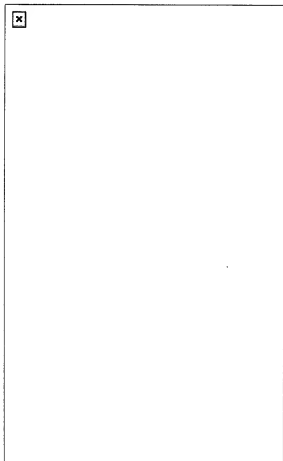
[Drawing 27]



[Drawing 30][Drawing 31]



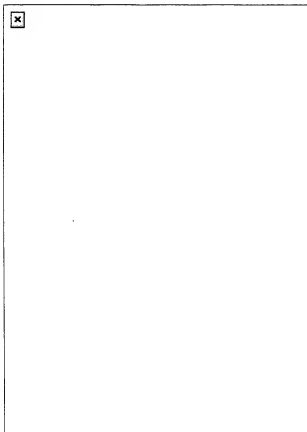
[Drawing 32]



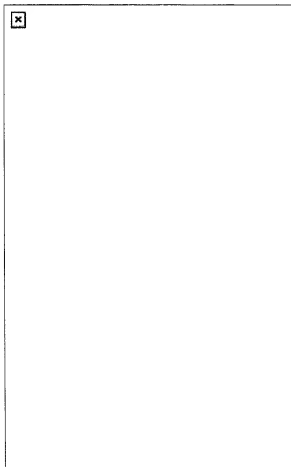
[Drawing 33]



[Drawing 34]



[Drawing 35]



[Translation done.]

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B 3 K 0 0 7
G 0 9 F 9/30	3 3 8	G 0 9 F 9/30	3 3 8 5 C 0 9 4
	3 6 5		3 6 5 Z
H 0 5 B 33/10		H 0 5 B 33/10	
33/12		33/12	E
審査請求 未請求 請求項の数44 O L (全 43 頁) 最終頁に続く			
(21) 出願番号	特願2001-395213(P2001-395213)	(71) 出願人	000153878 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地
(22) 出願日	平成13年12月26日 (2001.12.26)	(72) 発明者	瀬尾 哲史 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
(31) 優先権主張番号	特願2000-400730 (P2000-400730)	(72) 発明者	山崎 舜平 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成12年12月28日 (2000.12.28)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願2001-45847 (P2001-45847)		
(32) 優先日	平成13年2月21日 (2001.2.21)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

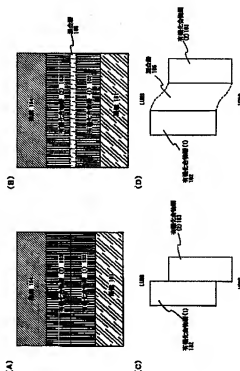
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 積層構造を有する有機化合物層において、その界面に生じるエネルギー障壁を緩和する構造を有する発光装置を提供する。

【解決手段】 有機化合物層 (1) 102 と有機化合物層 (2) 103 との界面に有機化合物層 (1) 102 を構成する材料及び有機化合物層 (2) 103 を構成する材料からなる混合層 105 を形成することにより、有機化合物層 (1) 102 と有機化合物層 (2) 103 との間に生じるエネルギー障壁を緩和することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】有機化合物からなる第一の層と、前記第一の層を構成する物質とは異なる有機化合物からなる第二の層と、を少なくとも含む有機発光素子を有する発光装置において、前記第一の層と前記第二の層との間に、前記第一の層を構成する有機化合物、および前記第二の層を構成する有機化合物、の両方を含む領域を有することを特徴とする発光装置。

【請求項2】請求項1に記載の前記領域において、前記第一の層を構成する有機化合物の濃度は、前記第一の層から前記第二の層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項3】有機化合物からなる第一の層と、前記第一の層を構成する物質とは異なる有機化合物からなる第二の層と、を少なくとも含む有機発光素子を有する発光装置において、前記第一の層と前記第二の層との間に、前記第一の層を構成する有機化合物、および前記第二の層を構成する有機化合物、の両方を含む混合層を設けたことを特徴とする発光装置。

【請求項4】請求項3に記載の前記混合層において、前記第一の層を構成する有機化合物の濃度は、前記第一の層から前記第二の層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項5】陽極に接する正孔注入層と、正孔輸送層と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記正孔注入層と前記正孔輸送層との間に、前記正孔注入層を構成する有機化合物、および前記正孔輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む領域を有することを特徴とする発光装置。

【請求項6】請求項5に記載の前記領域において、前記正孔注入層を構成する有機化合物の濃度は、前記正孔注入層から前記正孔輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項7】陽極に接する正孔注入層と、正孔輸送層と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記正孔注入層と前記正孔輸送層との間に、前記正孔注入層を構成する有機化合物、および前記正孔輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む混合層を設けたことを特徴とする発光装置。

【請求項8】請求項7に記載の前記混合層において、前記正孔注入層を構成する有機化合物の濃度は、前記正孔注入層から前記正孔輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項9】陰極に接する電子注入層と、電子輸送層と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記電子注入層と前記電子輸送層との間に、前記電子注入層を構成する有機化合物、および前記電子輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む領域を有することを特徴とする発光装置。

【請求項10】請求項9に記載の前記領域において、前

記電子注入層を構成する有機化合物の濃度は、前記電子注入層から前記電子輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項11】陰極に接する電子注入層と、電子輸送層と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記電子注入層と前記電子輸送層との間に、前記電子注入層を構成する有機化合物、および前記電子輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む混合層を設けたことを特徴とする発光装置。

【請求項12】請求項11に記載の前記混合層において、前記電子注入層を構成する有機化合物の濃度は、前記電子注入層から前記電子輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項13】発光層と、正孔輸送層と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記発光層と前記正孔輸送層との間に、前記発光層を構成する有機化合物、および前記正孔輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む領域を有することを特徴とする発光装置。

【請求項14】請求項13に記載の前記領域において、前記発光層を構成する有機化合物の濃度は、前記発光層から前記正孔輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項15】発光層と、正孔輸送層と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記発光層と前記正孔輸送層との間に、前記発光層を構成する有機化合物、および前記正孔輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む混合層を設けたことを特徴とする発光装置。

【請求項16】請求項15に記載の前記混合層において、前記発光層を構成する有機化合物の濃度は、前記発光層から前記正孔輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項17】発光層と、電子輸送層と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記発光層と前記電子輸送層との間に、前記発光層を構成する有機化合物、および前記電子輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む領域を有することを特徴とする発光装置。

【請求項18】請求項17に記載の前記領域において、前記発光層を構成する有機化合物の濃度は、前記発光層から前記電子輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項19】発光層と、電子輸送層と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記発光層と前記電子輸送層との間に、前記発光層を構成する有機化合物、および前記電子輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む混合層を設けたことを特徴とする発光装置。

【請求項20】請求項19に記載の前記混合層において、前記発光層を構成する有機化合物の濃度は、前記発光層から前記電子輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項21】発光層と、正孔輸送層と、電子輸送層

と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記発光層と前記正孔輸送層との間に、前記発光層を構成する有機化合物、および前記正孔輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む第一の領域を有し、かつ、前記発光層と前記電子輸送層との間に、前記発光層を構成する有機化合物、および前記電子輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む第二の領域を有することを特徴とする発光装置。

【請求項22】請求項21に記載の発光装置において、前記第1の領域に含まれる前記発光層を構成する有機化合物の濃度は、前記発光層から前記正孔輸送層の方向に向かって減少し、前記第2の領域に含まれる前記発光層を構成する有機化合物の濃度は、前記発光層から前記電子輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項23】発光層と、正孔輸送層と、電子輸送層と、を含む有機発光素子を有する発光装置において、前記発光層と前記正孔輸送層との間に、前記発光層を構成する有機化合物、および前記正孔輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む第一混合層を設け、かつ、前記発光層と前記電子輸送層との間に、前記発光層を構成する有機化合物、および前記電子輸送層を構成する有機化合物、の両方を含む第二混合層を設けたことを特徴とする発光装置。

【請求項24】請求項23に記載の発光装置において、前記第1の混合層に含まれる前記発光層を構成する有機化合物の濃度は、前記発光層から前記正孔輸送層の方向に向かって減少し、前記第2の混合層に含まれる前記発光層を構成する有機化合物の濃度は、前記発光層から前記電子輸送層の方向に向かって減少することを特徴とする発光装置。

【請求項25】請求項21乃至請求項24のいずれか一に記載の発光装置において、前記発光層を構成する物質の最高被占分子軌道と最低空分子軌道とのエネルギー差が、前記正孔輸送層を構成する物質の最高被占分子軌道と最低空分子軌道とのエネルギー差よりも低く、かつ、前記電子輸送層を構成する物質の最高被占分子軌道と最低空分子軌道とのエネルギー差よりも低いことを特徴とする発光装置。

【請求項26】請求項21乃至請求項25のいずれか一に記載の発光装置において、前記発光層は、ホスト材料と、前記ホスト材料よりも最高被占分子軌道と最低空分子軌道とのエネルギー差が低い発光材料と、からなり、前記発光材料の最高被占分子軌道と最低空分子軌道とのエネルギー差が、前記正孔輸送層を構成する物質の最高被占分子軌道と最低空分子軌道とのエネルギー差よりも低く、かつ、前記電子輸送層を構成する物質の最高被占分子軌道と最低空分子軌道とのエネルギー差よりも低いことを特徴とする発光装置。

【請求項27】請求項1乃至請求項26のいずれか一に

記載の発光装置において、前記有機発光素子は、三重項励起状態からの発光を特徴とする発光装置。

【請求項28】請求項1乃至請求項27のいずれか一に記載の発光装置を用いたことを特徴とする電気器具。

【請求項29】陽極と陰極との間に、正孔輸送材料、電子輸送材料、および発光材料を含む有機化合物膜を設けた有機発光素子、を有する発光装置において、前記有機化合物膜は、前記陽極から前記陰極への方

10 向に関して順次、前記正孔輸送材料からなる正孔輸送領域と、前記正孔輸送材料および前記発光材料の両方を含む第一の混合領域と、前記発光材料からなる発光領域と、前記電子輸送材料および前記発光材料の両方を含む第二の混合領域と、前記電子輸送材料からなる電子輸送領域と、が接続された構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項30】陽極と陰極との間に、正孔輸送材料、電子輸送材料、および発光材料を含む有機化合物膜と、前記陽極に接する正孔注入領域と、を設けた有機発光素子、を有する発光装置において、前記有機化合物膜は、前記陽極から前記陰極への方

20 向に関して順次、前記正孔輸送材料からなる正孔輸送領域と、前記正孔輸送材料および前記発光材料の両方を含む第一の混合領域と、前記発光材料からなる発光領域と、前記電子輸送材料および前記発光材料の両方を含む第二の混合領域と、前記電子輸送材料からなる電子輸送領域と、が接続された構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項31】陽極と陰極との間に、正孔輸送材料、電子輸送材料、および発光材料を含む有機化合物膜と、前記陰極に接する電子注入領域と、を設けた有機発光素子、を有する発光装置において、前記有機化合物膜は、前記陽極から前記陰極への方

30 向に関して順次、前記正孔輸送材料からなる正孔輸送領域と、前記正孔輸送材料および前記発光材料の両方を含む第一の混合領域と、前記発光材料からなる発光領域と、前記電子輸送材料および前記発光材料の両方を含む第二の混合領域と、前記電子輸送材料からなる電子輸送領域と、が接続された構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項32】陽極と陰極との間に、正孔輸送材料、電子輸送材料、および発光材料を含む有機化合物膜と、前記陽極に接する正孔注入領域と、前記陰極に接する電子注入領域と、を設けた有機発光素子、を有する発光装置において、前記有機化合物膜は、前記陽極から前記陰極への方

40 向に関して順次、前記正孔輸送材料からなる正孔輸送領域と、前記正孔輸送材料および前記発光材料の両方を含む第一の混合領域と、前記発光材料からなる発光領域と、前記電子輸送材料および前記発光材料の両方を含む第二の混合領域と、前記電子輸送材料からなる電子輸送領域と、が接続された構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項33】陽極と陰極との間に、正孔輸送材料、電子輸送材料、発光材料、および前記発光材料に対するホ

スト材料を含む有機化合物膜を設けた有機発光素子、を有する発光装置において、前記有機化合物膜は、前記陽極から前記陰極へ方向に関して順次、前記正孔輸送材料からなる正孔輸送領域と、前記正孔輸送材料および前記ホスト材料の両方を含む第一の混合領域と、前記ホスト材料に前記発光材料が添加された発光領域と、前記電子輸送材料および前記ホスト材料の両方を含む第二の混合領域と、前記電子輸送材料からなる電子輸送領域と、が接続された構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項34】陽極と陰極との間に、正孔輸送材料、電子輸送材料、発光材料、および前記発光材料に対するホスト材料を含む有機化合物膜と、前記陽極に接する正孔注入領域と、を設けた有機発光素子、を有する発光装置において、前記有機化合物膜は、前記陽極から前記陰極へ方向に関して順次、前記正孔輸送材料からなる正孔輸送領域と、前記正孔輸送材料および前記ホスト材料の両方を含む第一の混合領域と、前記ホスト材料に前記発光材料が添加された発光領域と、前記電子輸送材料および前記ホスト材料の両方を含む第二の混合領域と、前記電子輸送材料からなる電子輸送領域と、が接続された構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項35】陽極と陰極との間に、正孔輸送材料、電子輸送材料、発光材料、および前記発光材料に対するホスト材料を含む有機化合物膜と、前記陰極に接する電子注入領域と、を設けた有機発光素子、を有する発光装置において、前記有機化合物膜は、前記陽極から前記陰極へ方向に関して順次、前記正孔輸送材料からなる正孔輸送領域と、前記正孔輸送材料および前記ホスト材料の両方を含む第一の混合領域と、前記ホスト材料に前記発光材料が添加された発光領域と、前記電子輸送材料および前記ホスト材料の両方を含む第二の混合領域と、前記電子輸送材料からなる電子輸送領域と、が接続された構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項36】陽極と陰極との間に、正孔輸送材料、電子輸送材料、発光材料、および前記発光材料に対するホスト材料を含む有機化合物膜と、前記陽極に接する正孔注入領域と、前記陰極に接する電子注入領域と、を設けた有機発光素子、を有する発光装置において、前記有機化合物膜は、前記陽極から前記陰極へ方向に関して順次、前記正孔輸送材料からなる正孔輸送領域と、前記正孔輸送材料および前記ホスト材料の両方を含む第一の混合領域と、前記ホスト材料に前記発光材料が添加された発光領域と、前記電子輸送材料および前記ホスト材料の両方を含む第二の混合領域と、前記電子輸送材料からなる電子輸送領域と、が接続された構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項37】請求項30、請求項32、請求項34、または請求項36のいずれか一項に記載の発光装置において、前記正孔注入領域は、共役系の有機化合物にルイス酸を添加してなることを特徴とする発光装置。

【請求項38】請求項37に記載の発光装置において、前記共役系の有機化合物は、高分子化合物であることを特徴とする発光装置。

【請求項39】請求項37に記載の発光装置において、前記ルイス酸は、ハロゲン元素を含む化合物であることを特徴とする発光装置。

【請求項40】請求項31、請求項32、請求項35、または請求項36のいずれか一項に記載の発光装置において、前記電子注入領域は、共役系の有機化合物にルイス塩基を添加してなることを特徴とする発光装置。

【請求項41】請求項40に記載の発光装置において、前記ルイス塩基は、アルカリ金属元素を含む化合物であることを特徴とする発光装置。

【請求項42】請求項29乃至請求項41のいずれか一項に記載の発光装置において、前記有機発光素子は、三重項励起状態からの発光を呈することを特徴とする発光装置。

【請求項43】請求項29乃至請求項42のいずれか一項に記載の発光装置において、前記第一の混合領域、または前記第二の混合領域の少なくとも一方は、濃度勾配が形成されていることを特徴とする発光装置。

【請求項44】請求項29乃至請求項43のいずれか一項に記載の発光装置を用いたことを特徴とする電気器具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する分野】本発明は、電界を加えることで発光が得られる有機化合物を含む膜（以下、「有機化合物層」と記す）と、陽極と、陰極と、を有する有機発光素子を用いた発光装置に関する。本発明では特に、従来より駆動電圧が低く、なおかつ素子の寿命が長い有機発光素子を用いた発光装置に関する。なお、本明細書における発光装置とは、発光素子として有機発光素子を用いた画像表示デバイスもしくは発光デバイスを指す。また、有機発光素子にコネクタ、例えば異方導電性フィルム（FPC: flexible printed circuit）もしくはTAB（Tape Automated Bonding）テープもしくはTCP（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または有機発光素子にCOG（Chip On Glass）方式によりIC（集積回路）が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含まれるものとする。

【0002】

【従来の技術】有機発光素子は、電界を加えることにより発光する素子である。その発光機構は、電極間に有機化合物層を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機化合物層中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光すると言われる。

【0003】なお、有機化合物が形成する分子励起子の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であるが、本明細書中ではどちらの励起状態が発光に寄与する場合も含むこととする。

【0004】このような有機発光素子において、通常、有機化合物層は1 μ mを下回るほどの薄層で形成される。また、有機発光素子は、有機化合物層のものが光を放出する自発光型の素子であるため、従来の液晶ディスプレイに用いられているようなバックライトも必要ない。したがって、有機発光素子は極めて薄型軽量に作製できることが大きな利点である。

【0005】また、例えば100~200nm程度の有機化合物層において、キャリアを注入してから再結合に至るまでの時間は、有機化合物層のキャリア移動度を考えると数十ナノ秒程度であり、キャリアの再結合から発光までの過程を含めてもマイクロ秒以内のオーダーで発光に至る。したがって、非常に応答速度が速いことも特長の一つである。

【0006】さらに、有機発光素子はキャリア注入型の有機発光素子であるため、直流電圧での駆動が可能であり、ノイズが生じにくい。駆動電圧に関しては、まず有機化合物層の厚みを100nm程度の均一な超薄膜とし、また、有機化合物層に対するキャリア注入障壁を小さくするような電極材料を選択し、さらにはヘテロ構造（積層構造）を導入することによって、5Vで100cd/m²の十分な輝度が達成されたという報告がある（文献1：C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diodes", *Applied Physics Letters*, vol. 51, No.12, 913-915 (1987)）。

【0007】こういった薄型軽量・高速応答性・直流低電圧駆動などの特性から、有機発光素子は次世代のフラットパネルディスプレイ素子として注目されている。また、自発光型であり視野角が広いことから、視認性も比較的良好であり、電気器具の表示画面に用いる素子として有効と考えられている。

【0008】ところで、文献1において示された有機発光素子の構成であるが、まず、キャリア注入障壁を小さくする方法として、仕事関数が低い上に比較的安定なMgq: Ag合金を陰極に用い、電子の注入性を高めている。このことにより、有機化合物層に大量のキャリアを注入することが可能としている。

【0009】さらに有機化合物層を薄くして、ジアミン化合物からなる正孔輸送層とトリス（8-キノリノラト）アルミニウム錯体（以下、「Alq₃」）と記す）からなる電子輸送性発光層とを積層するという、シングルヘテロ構造を適用することにより、キャリアの再結合効率を飛躍的に向上させている。このことは、以下のように説明される。

【0010】例えば、Alq₃単層のみを有する有機発光素子の場合では、Alq₃が電子輸送性であるため、陰極から

注入された電子のほとんどは正孔と再結合せずに陽極に達してしまい、発光の効率は極めて悪い。すなわち、単層の有機発光素子を効率よく発光させる（低電圧で駆動するためには、電子および正孔の両方をバランスよく輸送できる材料（以下、「バイポーラー材料」と記す）を用いる必要があり、Alq₃はその条件を満たしていない）。

【0011】しかし、文献1のようなシングルヘテロ構造（二層構造）を適用すれば、陰極から注入された電子は正孔輸送層と電子輸送性発光層との界面でブロックされ、電子輸送性発光層中へ閉じこめられる。したがって、キャリアの再結合が効率よく電子輸送性発光層で行われ、効率のよい発光に至るのである。

【0012】このようなキャリアのブロッキング機能の概念を発展させると、キャリアの再結合領域を制御することも可能となる。その例として、正孔をブロックできる層（正孔阻止層）を正孔輸送層と電子輸送層との間に挿入することにより、正孔を正孔輸送層内に閉じこめ、正孔輸送層の方を発光させることに成功した報告がある。（文献2：Yasunori KIJIMA, Nobutoshi ASAI and Shin-ichiro TAMURA, "A²Blue Organic Light Emitting Diode", *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 38, 5274-5277(1999)）。なお、文献2で示されたような材料からなる正孔阻止層は、発光層より高い励起エネルギーを有するため、分子励起子の拡散を防止する役割も果たしている。

【0013】また、文献1における有機発光素子は、正孔の輸送は正孔輸送層が行い、電子の輸送および発光は電子輸送性発光層が行うという、機能分離が特徴であるとも言える。この機能分離の概念はさらに発展し、正孔輸送、電子輸送、および発光の三種類の機能を、それぞれ異なる材料が担う手法が提案されるようになった。この手法により、キャリア輸送性は乏しくとも発光効率は高い材料を発光材料として使用することができ、それに伴って有機発光素子の発光効率も向上するためである。

【0014】その代表的な手法は、色素のドーピングである（文献3：C. W. Tang, S. A. VanSlyke, and C. H. Chen, "Electroluminescence of doped organic thin films", *Journal of Applied Physics*, vol. 65, No.9, 3610-3616 (1989)）。すなわち、図13(a)に示すように、正孔輸送層1101および電子輸送層1102（発光層でもある）を設けたシングルヘテロ構造において、電子輸送層1102に色素1103をドーピングすることにより、色素1103の発光色を得るものである。色素1103は、正孔輸送層1101側にドーピングする場合も考えられる。

【0015】これに対し、図13(b)に示すように、正孔輸送層と電子輸送層の間に発光層を挟むというダブルヘテロ構造（三層構造）の手法もある（文献4：Chihaya ADACHI, Shizuo TOKITO, Tetsuo TSUTSUMI and Shogo

SAITO, "Electroluminescence in Organic Films with Three-Layered Structure", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 27, No. 2, L269-L271(1988)。この手法の場合、正孔輸送層1101から発光層1104に正孔が、電子輸送層1102から発光層1104に電子が、それぞれ注入されるため、発光層1104においてキャリアの再結合が起こり、発光層1104として用いた材料の発光色にて発光に至るのである。

【0016】こういった機能分離の利点としては、機能分離することによって種類の有機材料に様々な機能（発光性、キャリア輸送性、電極からのキャリア注入性など）を同時に持たせる必要がなくなり、分子設計等に幅広い自由度を持たせることができる点にある（例えば、無理にバイポーラー材料を探索する必要がなくなる）。つまり、発光特性のいい材料、キャリア輸送性が優れる材料などを、各々組み合わせること、容易に高発光効率で達成できるということである。

【0017】これらの利点から、文献1〜4で述べられた積層構造の概念（キャリアブロッキング機能あるいは機能分離）自体は、現在にいたるまで広く利用されている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上で述べたような積層構造は異種物質間の接合であるため、その界面には必ずエネルギー障壁が生じることになる。エネルギー障壁が存在すれば、その界面においてキャリアの移動は妨げられるため、以下に述べるような二つの問題点が提起される。

【0019】まず一つは、駆動電圧のさなる低減へ向けての障害になるという点である。実際、現在の有機発光素子において、駆動電圧に関しては積層構造の素子に比べて、共役ポリマーを用いた単層構造の素子の方が優れており、パワー効率（単位：lm/W）でのトップデータ（ただし、三重項励起状態からの発光を比較しており、三重項励起状態からの発光は除いている）を保持していると報告されている（文献5：簡井哲夫、「応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会会誌」、Vol. 11, No. 1, P.8 (2000)）。

【0020】なお、文献5で述べられている共役ポリマーはバイポーラー材料であり、キャリアの再結合効率に関しては積層構造と同等なレベルが達成できる。したがって、バイポーラー材料を用いるなどの方法で、積層構造を用いることなくキャリアの再結合効率さえ同等にできるのであれば、界面の少ない単層構造の方が実際は駆動電圧が低くなることを示している。

【0021】例えば電極との界面においては、エネルギー障壁を緩和するような材料を挿入し、キャリアの注入性を高めて駆動電圧を低減する方法がある（文献6：Takeo Wakimoto, Yoshinori Fukuda, Kenichi Nagayama, Akira Yokoi, Hitoshi Nakada, and Masami Tsuchida, "

Organic EL Cells Using Alkaline Metal Compounds as Electron Injection Materials", IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, VOL. 44, NO. 8, 1245-1248(1997)）。文献6では、電子注入層としてLi₂Oを用いることにより、駆動電圧の低減に成功している。

【0022】しかしながら、有機材料間（例えば正孔輸送層と発光層との間のことであり、以下、「有機層間」と記す）のキャリア移動性に関してはまだ未解決の分野であり、単層構造の低駆動電圧に追いつくための重要なポイントであると考えられる。

【0023】さらに、エネルギー障壁に起因するもう一つの問題点として、有機発光素子の素子寿命に対する影響が考えられる。すなわち、キャリアの注入が妨げられ、チャージが蓄積することによる輝度の低下である。

【0024】この劣化機構に関してははっきりした理論は確立されていないが、陽極と正孔輸送層との間に正孔注入層を挿入し、さらにac駆動ではなく矩形波のac駆動にすることによって、輝度の低下を抑えることができるという報告がある（文献7：S. A. VanSlyke, C. H. Chen, and C. W. Tang, "Organic electroluminescent devices with improved stability", Applied Physics Letters, Vol. 69, No.15, 2160-2162(1996)）。これは、正孔注入層を挿入し、ac駆動にすることによってチャージの蓄積を排除し、輝度の低下を抑えることができるという実験的な裏付けと云える。

【0025】以上のことから、積層構造は容易にキャリアの再結合効率を高めることができ、なおかつ機能分離の観点から材料の選択幅を広くできるというメリットを持つ一方で、有機層間を多数作り出すことによってキャリアの移動を妨げ、駆動電圧や輝度の低下に影響を及ぼしていると言える。

【0026】そこで本発明では、従来用いられている積層構造の利点（キャリアブロッキング機能あるいは機能分離）を活かしつつ、なおかつ有機層間のエネルギー障壁を緩和することによって、従来よりも駆動電圧が低い上に素子の寿命が長い有機発光素子を提供することを課題とする。

【0027】また、このような有機発光素子を用いることにより、従来よりも駆動電圧が低く、なおかつ寿命の長い発光装置を提供することを課題とする。さらに、前記発光装置を用いて電気器具を製作することにより、従来よりも低消費電力で、なおかつ長保ちする電気器具を提供することを課題とする。

【0028】ところで、図13(a)のような色素1103のドーピングという手法は、固体の状態では発光を示さず、溶液中に低濃度で分散した場合にはのみ発光が観測されるような材料（例：キナクリン）であっても、有機発光素子に適用できるというメリットがある。すなわち、濃度消光を起こしやすい発光材料に対して有効な手法と云える。

【0029】しかしながら、色素をドーピングする量は通常極微量(1wt%を切る場合もある)であり、一般に広く用いられている真空蒸着法にて有機発光素子を作製する場合、蒸着量の制御が困難であるというデメリットがある。特に発光効率は、添加する色素の量に対して敏感であり、作製した素子ごとのばらつきが生じてしまうことが考えられる。

【0030】また、色素のドーピングという手法の場合、色素はゲストとなる。この場合、ホスト材料の最高被占分子軌道(HOMO)と最低空分子軌道(LUMO)とのエネルギー差(以下、「励起エネルギーレベル」と記す)が、ゲストのそれよりも大きい必要がある。加えて、ホストはキャリア輸送性も併せ持つ必要がある。さらに、より好ましくは、ホストの極大発光波長とゲストの極大吸収波長がマッチしていることが発光効率を高める。

【0031】ところが、例えば青色のゲストに対するホストは、青色のような短波長の可視光よりもさらに大きな励起エネルギーレベルを必要とするため、ホスト材料の選択は大きく限定されてくる。赤色のゲストに対するホストに至っては、上記要求を全て満たした材料は報告されていない。したがって、ドーピングする色素に対する最適なホスト材料を選択しなければならないことも、色素のドーピングという手法のデメリットの一つである。

【0032】以上のことを考えると、図13(b)のようなダブルヘテロ構造(正孔輸送層+発光層+電子輸送層)の方が好ましいと考えられる。発光層に用いる材料としては、固体状態で発光するものを選ばなければならない(すなわち、濃度消光する材料は使用できない)という制約はあるものの、必ずしも大きなキャリア輸送性は必要ないため、比較的材料の選択幅は広い。

【0033】しかしながら、図13(b)のようなダブルヘテロ構造は、三種類の異種物質間の接合であるため、各層間(正孔輸送層1101と発光層1104との間、および電子輸送層1102と発光層1104との間)に界面(以下、「有機界面」と記す)を生じることになる。したがって、有機界面を形成することに起因する問題点として、上で述べた二つの問題点が提起される。

【0034】すなわち、図13(b)のようなダブルヘテロ構造は、色素のドーピングという手法を用いることはなく機能分離が可能になるという大きなメリットを持つ一方で、発光層の両端に有機界面を作り出しているため、発光層へのキャリアの移動が妨げられ、駆動電圧や素子寿命に大きな影響を及ぼしていると考えられる。

【0035】そこで本発明では、特に従来用いられているダブルヘテロ構造における有機界面を排除してキャリアの移動性を高めると同時に、ダブルヘテロ構造の機能分離の思想は活かし、各機能は発現させる(以下、「機能発現」と記す)ことを課題とする。それにより、従来よりも駆動電圧が低い上に素子の寿命が長い有機発光素子を提供することを課題とする。

【0036】また、このような有機発光素子を用いることにより、従来よりも駆動電圧が低く、なおかつ寿命の長い発光装置を提供することを課題とする。さらに、前記発光装置を用いて電気器具を作製することにより、従来よりも低消費電力で、なおかつ長保ちする電気器具を提供することを課題とする。

【0037】

【課題を解決するための手段】有機界面の形成によりキャリアの移動が妨げられるモデルとして、本発明者は以下に述べるような二つの機構を考えた。

【0038】まず一つの機構として、有機界面のモルフォロジーから生じるものが考えられる。有機発光素子における有機化合物膜は通常、アモルファス状態の膜であり、これは有機化合物の分子同士が、双極子相互作用を主とした分子間力で凝集することにより形成されている。ところが、このような分子の凝集体を用いてヘテロ構造を形成すると、分子のサイズや形状の違いが積層構造の界面(すなわち有機界面)に大きな影響を及ぼす可能性がある。

【0039】特に、分子のサイズが大きく異なる材料を用いて積層構造を形成した場合、その有機界面における接合の整合性が悪くなると考えられる。その概念図を図14に示す。図14では、小さい分子1401からなる第一の層1411と、大きい分子1402からなる第二の層1412を積層している。この場合、形成される有機界面1413において、整合性の悪い領域1414が発生してしまう。

【0040】図14で示した整合性の悪い領域1414は、キャリアの移動を妨げるバリア(あるいはエネルギー障壁)となる可能性があるため、駆動電圧のさらなる低減へ向けての障害になると考えられる。また、エネルギー障壁を越えられないキャリアはチャージとして蓄積してしまい、先に述べたような輝度の低下を誘起してしまう可能性がある。

【0041】もう一つの機構として、積層構造を形成する(すなわち有機界面を形成する)工程から生じるものが考えられる。積層構造の有機発光素子は、各層を形成する際のコンタミネーションを避けるため、通常、図15に示すようなマルチチャンバー方式(インライン方式)の蒸着装置を用いて作製する。

【0042】図15に示した例は、正孔輸送層+発光層+電子輸送層のダブルヘテロ構造を形成するための蒸着装置の概念図である。まず、搬入室に陽極(インジウム錫酸化物(以下、「ITO」と記す)など)を有する基板を搬入し、まず紫外線照射室において真空中雰囲気中で紫外線を照射することにより、陽極表面をクリーニングする。特に陽極がITOのような酸化物である場合、前処理室にて酸化处理を行う。さらに、積層構造の各層を形成するため、蒸着室1501で正孔輸送層を、蒸着室1502~1504で発光層(図15では、赤、緑、青の3

色とした)を、蒸着室1505で電子輸送層を成膜し、蒸着室1506で陰極を蒸着する。最後に、封止室にて封止を行い、搬出室から取り出して有機発光素子を得る。1511~1516は各蒸着源である。

【0043】このようなインライン方式の蒸着装置の特色としては、各層の蒸着を、それぞれ異なる蒸着室1501~1505において蒸着していることである。つまり、各層の材料がほとんど互いに混入しないような装置構成となっている。

【0044】ところで、蒸着装置の内部は通常 10^{-4} ~ 10^{-5} パスカル程度に減圧されているものの、極微量の気体成分(酸素や水など)は存在している。そして、この程度の真空度の場合、それら極微量の気体成分でも、数秒もあれば容易に単分子レイヤー程度の吸着層を形成してしまうと言われている。

【0045】したがって、図15のような装置を用いて積層構造の有機発光素子を作製する場合、各層を形成する間に大きなインターバルが生じてしまうことが問題なのである。つまり、各層を形成する間のインターバル、特に第二搬送室を経由して搬送する際などに、極微量の気体成分による吸着層(以下、「不純物層」と記す)を形成してしまう懸念がある。

【0046】その概念図を図16に示す。図16は、第一の有機化合物1601からなる第一の層1611と、第二の有機化合物1602からなる第二の層1612とを積層する際に、その層間に微量の不純物1603(水や酸素など)からなる不純物層1613が形成されている様子である。

【0047】このようにして各層間(すなわち有機界面)に形成されてしまう不純物層は、有機発光素子の完成後、キャリアをトラップする不純物領域となってキャリアの移動を妨げるため、やはり駆動電圧を上昇させてしまう。さらに、キャリアをトラップする不純物領域が存在すると、そこにはチャージが蓄積することになるため、先に述べたような輝度の低下を誘起してしまう可能性がある。

【0048】このような構造を考慮し、前記課題を解決する手法として、本発明者は図1に示すような手法を考案した。すなわち、図1のよう有機発光素子の陰極101と陰極104の間に有機化合物層(1)102および有機化合物層(2)103が積層される場合、従来の明確な界面が存在する積層構造(図1(A))ではなく、有機化合物層(1)102と有機化合物層(2)103との間に、有機化合物層(1)102を構成する材料および有機化合物層(2)103を構成する材料の両方からなる混合層105を形成する構造(図1(B))である。なお、ここでいう混合層には、有機化合物層(1)102と有機化合物層(2)103との界面が明確なくとも、有機化合物層(1)102を構成する材料および有機化合物層(2)103を構成する材料の両方が含

まれている領域を含むものとする。

【0049】このような素子であれば、先に述べた従来の積層構造における有機界面は、実質上存在しない。したがって、上述の有機界面で生じる問題点(有機界面のモルフォロジー悪化および不純物層の形成)を解決することができる。

【0050】まず、有機界面のモルフォロジー悪化の解決について、図20を用いて説明する。図20は、小さい分子1801からなる領域1811と、大きい分子1802からなる領域1812と、小さい分子1801および大きい分子1802の両方を含む混合領域1813と、からなる有機化合物膜の断面である。図20から明らかなように、図14で存在していたような有機界面1413は存在せず、整合性の悪い領域1414も存在しない。

【0051】また、不純物層の形成の解決であるが、これは単純明快である。図17のような有機発光素子を作製する場合、陽極上に正孔輸送材料を蒸着し、途中からそれに加えて発光材料を共蒸着の形で蒸着することで第一の混合領域を形成し、第一の混合領域を形成後は正孔輸送材料の蒸着を止めることで発光材料のみを蒸着する。以下同様にして、電子輸送領域を形成し終わるまで、有機界面を形成することなく常に材料を蒸着している状態になる。したがって、図15のような蒸着装置を用いて有機発光素子を作製する際に生じる、インターバルが存在しない。つまり、不純物層を形成する隙を与えることがないのである。

【0052】したがって、図1(B)に示されるような構造を適用することで、有機層間に存在するエネルギー障壁は図1(A)に示される従来の構造に比較して低減され、キャリアの注入性が向上すると考えられる。具体的には、図1(A)の構造におけるエネルギーバンド図は図1(C)に示すとおりであるが、図1(B)に示すような有機層間に混合層を設ける構造を形成した場合に、エネルギーバンド図は、図1(D)のようになる。すなわち有機層間におけるエネルギー障壁は、連続接合構造を形成することにより緩和され、連続的なエネルギー変化が形成される。したがって、駆動電圧の低減、および輝度低下の防止が可能となる。

【0053】以上のことから、本発明では、有機化合物からなる第一の層と、前記第一の層を構成する物質とは異なる有機化合物からなる第二の層と、を少なくとも含む有機発光素子を有する発光装置において、前記第一の層と前記第二の層との間に、前記第一の層を構成する有機化合物、および前記第二の層を構成する有機化合物、の両方を含む混合層を設けたことを特徴とする。

【0054】上述述べた第一の層および第二の層の組み合わせを、表1に示す。組み合わせA~Eは、単独で導入してもよい(例えばAのみ)し、複合して導入してもよい(例えばAとBの両方)。

【0055】

【表1】

組み合わせ	第1の層	第2の層
A	正孔注入層	正孔輸送層
B	電子注入層	電子輸送層
C	正孔輸送層	発光層
D	電子輸送層	発光層
E	電子輸送層	正孔注入層

【0056】また、組み合わせCとDを複合して導入する場合（すなわち、発光層の両界面に混合層を導入する場合）、発光層で形成された分子励起子の拡散を防ぐことができ、さらに発光効率を高めることができる。したがって、発光層の励起エネルギーは、正孔輸送層の励起エネルギーおよび電子輸送層の励起エネルギーよりも低いことが好ましい。この場合、キャリア輸送性に乏しい発光材料も発光層として利用できるため、材料の選択幅が広がる利点がある。なお、本明細書中でいう励起エネルギーとは、分子における最高被占分子軌道（HOMO: highest occupied molecular orbital）と最低空分子軌道（LUMO: lowest unoccupied molecular orbital）とのエネルギー差のことをいう。

【0057】さらに好ましくは、発光層を、ホスト材料と、ホスト材料よりも励起エネルギーが低い発光材料（ドーパント）とで構成し、ドーパントの励起エネルギーが、正孔輸送層の励起エネルギーおよび電子輸送層の励起エネルギーよりも低くなるように設計することである。このことにより、ドーパントの分子励起子の拡散を防ぎ、効果的にドーパントを発光させることができる。また、ドーパントがキャリアトラップ型の材料であれば、キャリアの再結合効率も高めることができる。

【0058】また、以上で述べた本発明において、混合層を連続的に接合することは、キャリアの移動性をさらに高める手段として極めて有効であると考えられる。なお、混合層の形成においては、混合層に濃度勾配をもたせる手法が好ましい。したがって本発明では、混合層に濃度勾配が形成されていることを特徴とする。

【0059】さらに、本発明者は、ダブルヘテロ構造における有機界面を排除すると同時に、なおかつ機能発現が可能な有機発光素子を実現する手法を考案した。その概念図を図17に示す。なお、ここでは基板1701上に陽極1702を設けてあるが、陰極1704の方を基板上に設ける逆の構造をとってもよい。

【0060】図17の素子では、正孔輸送材料、発光材料、および電子輸送材料を含む有機化合物膜1703において、正孔輸送材料からなる正孔輸送領域1705、発光材料からなる発光領域1706、電子輸送材料からなる電子輸送領域1707が設けられている。さらに、本発明の特徴として、正孔輸送材料および発光材料が混合された第一の混合領域1708と、電子輸送材料および発光材料が混合された第二の混合領域1709と、を設けている。

【0061】図17の素子における、膜厚方向の濃度プロファイルの例を図18および図19に示す。第一の混合領域1708における正孔輸送材料と発光材料との組成比が $x_1:z_1$ で一定であり、第二の混合領域1709における電子輸送材料と発光材料との組成比が $y_1:z_1$ で一定である場合は、図18のようになる。また、第一の混合領域1708と第二の混合領域1709に濃度勾配が形成されている場合は、図19のようになる。

【0062】図17の素子も上述したように、有機界面を形成することがないためキャリアの移動が潤滑であり、駆動電圧および素子の寿命に悪影響を及ぼすことがなくなる。さらに、従来のダブルヘテロ構造と同様に機能分離されているため、発光効率の点でも問題はない。

【0063】また、従来のヘテロ構造（積層構造）が異種物質間の単なる接合（hetero-junction）であるのに対し、本発明の構造はいわば混合接合（mixed-junction）であり、新しい概念に基づく有機発光素子であると言える。

【0064】したがって本発明では、陽極と陰極との間に、正孔輸送材料、電子輸送材料、および発光材料を含む有機化合物膜を設けた有機発光素子、を有する発光装置において、前記有機化合物膜は、前記陽極から前記陰極へ方向に関して順次、前記正孔輸送材料からなる正孔輸送領域と、前記正孔輸送材料および前記発光材料の両方を含む第一の混合領域と、前記発光材料からなる発光領域と、前記電子輸送材料および前記発光材料の両方を含む第二の混合領域と、前記電子輸送材料からなる電子輸送領域と、が接続された構造であることを特徴とする。

【0065】また、図21(a)のように、陽極1702と有機化合物膜1703との間に、正孔の注入性を高める材料（以下、「正孔注入材料」と記す）からなる正孔注入領域1710を挿入してもよい。あるいは図21(b)のように、陰極1704と有機化合物膜1703との間に、電子の注入性を高める材料（以下、「電子注入材料」と記す）からなる電子注入領域1711を挿入してもよい。さらに、正孔注入領域と電子注入領域の両方を組み込んでもよい。

【0066】この場合、正孔注入材料または電子注入材料は、電極から有機化合物膜へのキャリア注入障壁を小さくするための材料であるため、電極から有機化合物膜へのキャリアの移動を潤滑にし、チャージの蓄積を排除できる効果がある。ただし、先に述べたような不純物層の形成を避ける観点から、各注入材料と有機化合物膜との間には、インターバルをおかず成膜することが好ましい。

【0067】また、これまで述べたような本発明の有機発光素子の発光領域として、ホスト材料に発光材料をドーピングした素子を用いてもよい。すなわち、図22に示すように、正孔輸送材料、電子輸送材料、発光材料、およ

び前記発光材料に対するホスト材料を含む有機化合物膜 11003 において、正孔輸送材料からなる正孔輸送領域 11005、ホスト材料に発光材料 11012 が添加された発光領域 11006、電子輸送材料からなる電子輸送領域 11007 が設けられ、さらに、本発明の特徴として、正孔輸送材料およびホスト材料が混合された第一の混合領域 11008 と、電子輸送材料およびホスト材料が混合された第二の混合領域 11009 と、を設けている。

【0068】このような素子では、図 13 (a) で説明したように、発光材料 11012 をドーピングする量の制御が困難であるというデメリットはある。しかしながら、ホスト材料に関しては、図 13 (a) の構造に比べて大きなキャリア輸送性が必要ないため、ホスト材料の選択幅が広いというメリットは存在する。また、駆動電圧を下げるために発光領域 11006 の厚さを減らすと、通常はキャリアが発光領域を素通りしてしまう可能性があるが、発光材料 11012 をドーピングすることである程度防ぐことができるため有効である。

【0069】さらに、図 2 の素子に対し、陽極 11002 と有機化合物膜 11003 との間に、正孔注入材料からなる正孔注入領域 11010 を挿入してもよい。あるいは、陰極 11004 と有機化合物膜 11003 との間に、電子注入材料からなる電子注入領域 11011 を挿入してもよい。さらに、正孔注入領域と電子注入領域の両方を組み込んでもよい。なお、図 22 では、正孔注入領域 11010 と電子注入領域 11011 の両方を形成した例を示した。

【0070】以上で述べられた有機発光素子に対して、正孔注入領域を設ける場合、特に p 型の導電性材料を用いることが好ましい。その例として、 π 電子共役系の有機化合物に対し、ルイス酸を添加し、導電性を向上させる手法が考えられる。また、成膜法の観点から、湿式塗布にて成膜可能な高分子化合物を用いることが好ましい。さらに、ルイス酸としては、ヨウ素などのハロゲン元素を含む化合物が好ましい。

【0071】また、以上で述べられた有機発光素子に対して、電子注入領域を設ける場合、特に n 型の導電性材料を用いることが好ましい。その例として、 π 電子共役系の有機化合物に対し、ルイス塩基を添加し、導電性を向上させる手法が考えられる。ルイス塩基としては、セシウムなどのアルカリ金属元素を含む化合物が好ましい。

【0072】ところで近年、発光効率の観点から、三重項励起状態から基底状態に戻る際に放出されるエネルギー（以下、「三重項励起エネルギー」と記す）を発光に変換できる有機発光素子が、その高い発光効率ゆえに注目されている（文献 8：D. F. O'Brien, M. A. Baldo, M. E. Thompson and S. R. Forrest, "Improved energy transfer in electrophosphorescent devices", Appli-

ed Physics Letters, vol. 74, No. 3, 442-444 (1999)）（文献 9：Tetsuo TSUTSUI, Moon-Jae YANG, Masayuki YAHIRO, Kenji NAKAMURA, Teruichi WATANABE, Tais hi TSUJI, Yoshinori FUKUDA, Takeo WAKIMOTO and Satoshi MIYAGUCHI, "High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet-Emissive Center", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, L1502-L1504 (1999)）。

【0073】文献 8 では白金を中心金属とする金属錯体を、文献 9 ではイリジウムを中心金属とする金属錯体を用いている。これらの三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機発光素子（以下、「三重項発光素子」と記す）は、従来よりも高輝度発光・高発光効率を達成することができる。

【0074】しかしながら、文献 9 の報告例によると、初期輝度を 500cd/m² に設定した場合の輝度の半減期は 170 時間程度であり、素子寿命に問題がある。三重項発光素子は、発光材料に対する適切なホスト材料、および分子励起子の拡散を防ぐブロッキング材料が必要であるため、多層構造になっており、有機界面が多数生じてしまうことが素子寿命の短い原因と考えられる。

【0075】そこで、有機層間に混合層を導入するという本発明の概念を三重項発光素子に適用することにより、三重項励起状態からの発光による高輝度発光・高発光効率に加え、素子の寿命も長いという非常に高機能な発光素子が可能となる。

【0076】なお、三重項の分子励起子は、拡散長が一般重項の分子励起子に比べて大きいため、ブロッキング材料（一般には、発光種の分子励起子よりも大きな励起エネルギーレベルを有していればよい）と同様の役割を果たす材料が必要となる。素子構成から考えると、電子輸送材料にその役割を担わせることが好ましい。

【0077】また、以上で述べたような本発明の有機発光素子に適用されている第一の混合領域および第二の混合領域のいずれかは、図 19 に示すような濃度勾配が形成されているとしてもよい。このような場合、発光領域の両端において、キャリアに対するエネルギー障壁をはば解消できると予想されるため、さらに好ましい。

【0078】

【発明の実施の形態】本発明の有機発光素子を作製する方法について図 2 及び図 3 を用いて説明する。

【0079】はじめに、基板 200 上にスパッタリング法または蒸着法により陽極 201 を形成し、陽極 201 上に有機化合物層 (1) 202 を形成する。なお、有機化合物層 (1) 202 には、有機化合物 1 を材料として用い、真空蒸着法により形成する。

【0080】次に、混合層 205 を形成する。なお、混合層 205 には、有機化合物層 (1) 202 を形成する材料（有機化合物 1）と後で形成する有機化合物層 (2) 203 を形成する材料（有機化合物 2）とを材料

として用い、真空中で共蒸着法により形成する。なお、共蒸着法とは、同時に蒸着セルを加熱し、成膜段階で異なる物質を混合する蒸着法をいう。

【0081】なお、共蒸着法により複数の有機化合物を用いて混合層を形成する場合には、混合層中に含まれる有機化合物濃度を制御することもできる。図2(B)には、混合層205に含まれる有機化合物1と有機化合物2の濃度に勾配を付けた場合の一例を示す。

【0082】図2(B)では、混合層において、混合層を形成する複数の有機化合物が含まれる割合(濃度: %)と、混合層とそれに接して形成される有機化合物層との距離の関係を示す。なお、図2(B)では、混合層205に含まれる有機化合物の濃度(%)を横軸に示し、混合層205とこれに接して形成される有機化合物層(1)202、有機化合物層(2)203との距離を示す。

【0083】つまり、図2(B)に示す混合層205において、有機化合物層(1)202を形成する有機化合物1は、混合層205と有機化合物層(1)202との界面付近において、ほぼ100%の濃度を占めている。有機化合物層(1)202との距離が離れるにつれて、その濃度は減少し、有機化合物層(2)203との界面付近において、ほぼ0%となる。これに対して、有機化合物層(2)203を形成する有機化合物2は、その逆であり、有機化合物層(1)202との距離が離れるにつれて、その濃度は増加し、有機化合物層(2)203との界面付近においては、ほぼ100%の濃度を占める。

【0084】以上のように、混合層205を形成する材料の濃度に勾配を付けて形成することにより、有機層間におけるエネルギー障壁を混合層205で低減させることが可能になるので、キャリアの移動性の向上に効果的である。

【0085】混合層205の上に、有機化合物層(2)203が形成される。有機化合物層(2)203を形成する材料としては、有機化合物2を用い、真空中で蒸着法により形成する。

【0086】以上により、有機化合物からなる積層構造を形成した後、陰極を蒸着法やスパッタリング法を用いて形成することにより、有機発光素子を完成させる。

【0087】ここで、有機化合物層(有機化合物層(1)202、有機化合物層(2)203)および混合層が形成される方法について、図3を用いて詳細に説明する。なお、図3においては、図2と同じものに関して共通の番号を用いて説明する。

【0088】図3(A)において、基板200上に陽極201が形成されており、陽極201上に有機化合物1を用いて有機化合物層(1)202が形成されている。なお、有機化合物層(1)202は、図3(D)に示すような成膜室において、蒸着法により形成される。な

お、成膜室310において、成膜される基板を固定台311上に載せ、固定または回転させて、蒸着を行う。

【0089】図3(D)において、成膜室310には、複数の試料室が設けられており、試料室には、有機化合物層を形成する有機化合物が備えられている。なお、図3(D)においては、試料室が2つ設けられている場合について示しているが、3つ以上であっても良い。

【0090】図3(D)において、試料室(a)312には、有機化合物1(316)が備えられている。つまり、試料室(a)312に設けられているシャッター(a)314を開くことにより、有機化合物1(316)を蒸着源として、有機化合物層(1)202を形成することができる。

【0091】次に、図3(B)に示すように混合層205が形成される。混合層205は、試料室(a)312に備えられている有機化合物1(316)と試料室(b)313に備えられている有機化合物2(317)を蒸着源として用いるため、試料室(a)312に設けられているシャッター(a)314と試料室(b)315に設けられているシャッター(b)315を開き、有機化合物1(316)と有機化合物2(317)を蒸着源として共蒸着法により形成される。

【0092】なお、上述したように混合層における有機化合物の濃度を制御する場合には、シャッター(a)314およびシャッター(b)315の開き具合を調節することにより、図2(B)で示した混合層のような濃度勾配をつけることが可能になる。

【0093】次に、試料室(a)312のシャッター(a)314を閉じ、試料室(b)313のシャッター(b)315を開くことにより、有機化合物2を蒸着源として、有機化合物層(2)203を形成することができる(図3(C))。

【0094】有機発光素子が有する有機化合物層は、その機能が異なることから正孔注入層、正孔輸送層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層および電子注入層といった複数の有機化合物層を積層することにより形成されている。なお、有機発光素子の設計において、その積層構成が異なることから、有機化合物層の界面に混合層を形成する場合、混合層を形成する位置は素子構成上重要となる。そこで、特定の素子構成を有する有機発光素子について以下に詳細に説明する。

【0095】【実施の形態1】本実施の形態1においては、図4に示すように陽極401と陰極402の間に有機化合物層403を有する有機発光素子において、混合層を発光層と有機化合物層との界面に形成する場合について説明する。

【0096】本実施の形態において、有機化合物層403は複数の有機化合物層が積層される構造を有する。具体的には、陽極401上に陽極からの正孔の注入性を高めるための正孔注入層404が形成され、正孔注入層4

04の上には注入された正孔の輸送性を高めるために正孔輸送層405が形成される。

【0097】そして、正孔輸送層405を形成する材料と発光層406を形成する材料を用いて共蒸着法により混合層(1)407が形成される。なお、共蒸着法については、上記に述べた方法で行えばよい。なお、この時、混合層(1)407に濃度勾配を持たせても良い。

【0098】ここで、混合層(1)407を設けることにより、正孔輸送層405と発光層406のエネルギー障壁を緩和することができるので、正孔輸送層405から発光層406への正孔の注入性を高めることができる。

【0099】そして、混合層(1)407の上には、発光層406が形成される。なお、本実施の形態1に示す有機化合物層の積層構成の場合には、発光層を形成する有機化合物は、正孔輸送層405及び電子輸送層408を形成する材料よりも励起エネルギーの低い材料を用いて形成することが好ましい。これは、発光層と有機化合物層との界面に混合層を設けて発光層への注入性を高めているために、逆に注入されたキャリアが発光層を通過しやすくなっている点を考慮してのことである。なお、発光層を形成する有機化合物に励起エネルギーの低い物を用いだけでなく、励起エネルギーの低いドーパントを用いてもよい。

【0100】さらに発光層406の上には、発光層406を形成する材料と電子輸送層408を形成する材料を用いて共蒸着法により、混合層(2)409を形成する。混合層(2)409においても、混合層(1)407と同様に濃度勾配を持たせるのが好ましい。

【0101】そして、混合層(2)409の上に、電子輸送層408を蒸着により形成した後、蒸着法またはスパッタ法により陰極402を形成し、有機発光素子を完成させることができる。

【0102】以上に示した有機発光素子は、発光層と有機化合物層との界面(具体的には、発光層と正孔輸送層の界面、及び発光層と電子輸送層の界面)において、混合層が設けられる構造を有している。このような構造の有機発光素子を形成することにより、正孔輸送層403から発光層への正孔の注入性および電子輸送層から発光層への電子の注入性を良くすることができるため、発光層におけるキャリアの再結合性を高めることができる。

【0103】【実施の形態2】次に実施の形態2では、実施の形態1で示したのと異なる素子構造を有する有機発光素子を作製する場合について説明する。

【0104】本実施の形態2においては、有機発光素子が三重項発光素子である場合に、積層構造を有する有機化合物層の界面に混合層を形成する場合について説明する。

【0105】本実施の形態2において、図5に示すように陽極501と陰極502の間に複数の有機化合物層が

積層される有機化合物層503が形成されている。具体的には、陽極501上に陽極501からの正孔の注入性を高めるための正孔注入層504が形成され、正孔注入層504の上には注入された正孔の輸送性を高めるために正孔輸送層505が形成される。

【0106】そして、正孔輸送層505を形成する材料と発光層506を形成する材料を用いて共蒸着法により混合層(1)507が形成される。なお、共蒸着法については、上記に述べた方法で行えばよい。なお、この時、混合層(1)507に濃度勾配を持たせても良い。

【0107】ここで、混合層(1)507を設けることにより、正孔輸送層505と発光層506との間のエネルギー障壁を緩和することができるので、正孔輸送層505から発光層506への正孔の注入性を高めることができる。

【0108】そして、混合層(1)507の上には、発光層506が形成される。なお、本実施の形態2に示す有機化合物層の積層構成の場合には、発光層を形成する有機化合物は、三重項励起状態から基底状態に戻る際に放出されるエネルギーを発光に利用できる材料を用いて形成されるため、ホスト材料とゲスト材料よりも励起エネルギーが低い三重項発光材料(ドーパント)を共蒸着法により形成する。

【0109】さらに、発光層506の上には正孔阻止層508を形成する。なお、正孔阻止層508は、正孔輸送層505から発光層506に注入された正孔が発光層を通過するのを防ぎ、さらに発光層506において正孔と電子が再結合して生じた分子励起子が、発光層506から拡散するのを防ぐ機能を有する。

【0110】さらに正孔阻止層508の上には、正孔阻止層508を形成する材料と電子輸送層509を形成する材料を用いて共蒸着法により、混合層(2)510を形成する。混合層(2)510においても、混合層(1)507と同様に濃度勾配を持たせるのが好ましい。

【0111】そして、混合層(2)510の上に、電子輸送層509を蒸着法により形成した後、蒸着法またはスパッタ法により陰極502を形成し、有機発光素子を完成させることができる。

【0112】以上に示した有機発光素子は、有機化合物層における界面(具体的には、発光層506と正孔輸送層505の界面、及び正孔阻止層508と電子輸送層509の界面)において、混合層が設けられる構造を有している。このような構造の有機発光素子を形成することにより、正孔輸送層505から発光層への正孔の注入性および電子輸送層から正孔阻止層への電子の注入性を良くすることができるため、発光層におけるキャリアの再結合性を高めることができる。

【0113】なお、本実施の形態2に示した構造を用いる有機発光素子としては、発光層において、三重項発光

材料を用いる場合に通しているが、これに限られることはなく、一重項励起エネルギーを発光に利用する有機化合物を用いる場合にも用いることができる。なお、三重項発光材料としては、文献7で紹介される白金を中心金属とする金属錯体や文献8で紹介されるイリジウムを中心金属とする金属錯体などを用いるとよい。

【0114】本実施の形態3）本実施の形態3では、実施の形態1または実施の形態2で示したものと異なる構造を有する有機発光素子について図6を用いて説明する。

【0115】本実施の形態3においては、陽極601と陰極602の間に有機化合物層603を有する有機発光素子において、混合層を有機化合物層中の注入層と輸送層との界面に形成する場合について説明する。

【0116】本実施の形態3において、有機化合物層603は複数の有機化合物層が積層される構造を有する。具体的には、陽極601上に陽極601からの正孔の注入性を高めるための正孔注入層604が形成される。

【0117】ここで、本実施の形態に於いて、正孔注入層604を形成する材料と正孔輸送層605を形成する材料を共蒸着法により、混合層（1）606を形成する。さらに、混合層（1）606の上には正孔輸送層605が形成される。

【0118】また、混合層（1）606を設けることにより、正孔注入層604と正孔輸送層605とのエネルギー障壁を緩和することができるので、正孔輸送層605から発光層607への正孔の注入性を高めることができる。この時、混合層（1）606には、濃度勾配を持たせてもよい。

【0119】そして、正孔輸送層605の上には発光層607が形成され、さらに電子輸送層608が形成される。

【0120】ここで、電子輸送層608を形成する材料と電子注入層609を形成する材料を共蒸着法により、混合層（2）610を形成する。なお、混合層（2）610においても、混合層（1）606と同様に濃度勾配を持たせるのが好ましい。さらに、混合層（2）610の上には電子注入層609が形成される。

【0121】そして、電子注入層609を蒸着により形成した後、蒸着法またはスパッタ法により陰極602を形成し、有機発光素子を完成させることができる。

【0122】以上に示した有機発光素子は、注入層と輸送層の界面（具体的には、正孔注入層と正孔輸送層の界面、及び電子輸送層と電子注入層の界面）において、混合層を設ける構造を有している。このような構造の有機発光素子を形成することにより、注入されたキャリアの有機化合物層における移動性を向上させる一方で、混合層によるエネルギー障壁の緩和により界面を実質的に減らすことができるために、キャリアの再結合性を高めるという利点を有している。

【0123】さらに、本発明を実施する上で必要となる形態について以下に述べる。なお、有機発光素子は、発光を取り出すために少なくとも陽極または陰極の一方が透明であればよいが、本実施の形態では、基板上に透明な陽極を形成し、陽極から光を取り出す素子構造で記述する。実際は、陰極から光を取り出す構造や、基板とは逆側から光を取り出す構造も本発明に適用可能である。

【0124】本発明を実施するに当たり、不純物層の形成を防ぐため、有機発光素子を作製する製造工程が重要になる。そこでまず、本発明で開示する有機発光素子の製造方法について述べる。

【0125】図23(a)は、蒸着装置の上面図であるが、蒸着室として一つの真空槽11110を設置し、その真空槽内に複数の蒸着源を設けてある、シングルチャンパー方式である。そして、正孔注入材料、正孔輸送材料、電子輸送材料、電子注入材料、ブロッキング材料、発光材料、陰極の構成材料など、各種機能の異なる材料が、それぞれ前記複数の蒸着源に別々に収納されている。

【0126】このような蒸着室を有する蒸着装置においては、まず、搬入室に陽極（ITOなど）を有する基板を搬入し、陽極がITOのような酸化物である場合、前処理室にて酸化処理を行う（なお、図23(a)では図示していないが、陽極表面をクリーニングするために紫外線照射室を設置することも可能である）。さらに、有機発光素子を形成する全ての材料は、真空槽11110内において蒸着される。ただし陰極は、この真空槽11110内で形成してもよいし、別に蒸着室を設けてそこで陰極を形成してもよい。要は、陰極を形成するまでの間を、一つの真空槽11110内で蒸着すればよい。最後に、封止室にて封止を行い、搬出室から取り出して有機発光素子を得る。

【0127】このようなシングルチャンパー方式の蒸着装置を用いて本発明の有機発光素子を作製する手順を、図23(b)（真空槽11110の断面図）を用いて説明する。図23(b)では、最も簡単な例として、三つの蒸着源（有機化合物蒸着源a11116、有機化合物蒸着源b11117および有機化合物蒸着源c11118）を有する真空槽11110を用い、正孔輸送材料11121、電子輸送材料11122および発光材料11123を含む有機化合物膜を形成する過程を示す。

【0128】まず、真空槽11110内に、陽極11102を有する基板11101を搬入し、固定台11111にて固定する（蒸着時には通常、基板は回転させる）。次に、真空槽11110内を減圧（ 10^{-4} パスカル以下が好ましい）した後、容器a11112を加熱し、正孔輸送材料11122を蒸発させ、所定の蒸着レート（単位：[Å/s]）に達してからシャッターa11114を開け、蒸着を開始する。

【0129】正孔輸送領域11103が所定の厚さに達

したあと、正孔輸送材料11121を蒸発させたまま発光材料11123の蒸着を開始し、第一の混合領域11105を形成する(図23(b)で示した状態)。第一の混合領域11105に濃度勾配を形成する場合は、シャッターa1114を徐々に閉じて正孔輸送材料の蒸着レートを減らしていけばよい。

【0130】次に、シャッターa1114を完全に閉じて正孔輸送材料11121の蒸着を終了し、発光材料11123からなる発光領域を形成する。この時、シャッターb1115を閉じたまま、容器b1113も加熱しておく。

【0131】発光領域が所定の厚さに達したあと、シャッターb1115を開いて電子輸送材料11122の蒸着を開始し、第二の混合領域を形成する。第二の混合領域に濃度勾配を形成する場合は、発光材料11123の蒸着レートを徐々に減らしていけばよい。

【0132】最後に、発光材料11123の蒸着を終了し、電子輸送材料11122からなる電子輸送領域を形成する。以上の操作は、全てインターバルをおかずに行っているため、いずれの領域においても不純物層が形成されない。

【0133】この方法を応用すれば、課題を解決するための手段で述べた有機発光素子は、全て作製可能である。例えば、発光材料をゲストとし、その発光材料に対するホスト材料を用いる図22のような素子の場合は、図23(b)に加え、ホスト材料を蒸着するための蒸着源を設置すればよい。そして、ホスト材料は混合領域および発光領域の形成に用い、発光材料はホスト材料の蒸着中(発光領域の形成中)に、微量蒸発させて添加させればよいのである。

【0134】また、正孔注入領域または電子注入領域を形成する場合でも、各注入材料の蒸着源を同一の真空槽11110内に設置すればよい。例えば図23(b)において、陽極11102と正孔輸送領域11103との間に、正孔注入領域を蒸着して設ける場合は、陽極11102上に正孔注入材料を蒸着した後、インターバルをおかずに正孔輸送材料11121を蒸発させることで、不純物層の形成を避けることができる。

【0135】次に、正孔注入材料、正孔輸送材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料などに好適な材料を以下に列挙する。ただし、本発明の有機発光素子に用いる材料は、これらに限定されない。

【0136】正孔注入材料としては、有機化合物であればポルフィリン系の化合物が有効であり、フタロシアニン(以下、「H₂PC」と記す)、銅フタロシアニン(以下、「CuPC」と記す)がよく用いられる。高分子化合物では、ポリビニルカルバゾール(以下、「PVK」と記す)などがあるが、先に述べたように、共役系の導電性高分子化合物に化学ドーピングを施した材料もあり、ポリスチレンスルホン酸(以下、「PSS」と記す)をド

ープしたポリエチレンジオキシチオフェン(以下、「PEDOT」と記す)や、ヨウ素などのルイス酸をドーピングしたポリアニリン、ポリピロールなどが挙げられる。また、絶縁体の高分子化合物も陽極の平坦化の点で有効であり、ポリイミド(以下、「PI」と記す)がよく用いられる。さらに、無機化合物も用いられ、金や白金などの金属薄膜の他、酸化アルミニウム(以下、「アルミナ」と記す)の超薄膜などがある。

【0137】正孔輸送材料として最も広く用いられているのは、芳香族アミン系(すなわち、ベンゼン環-窒素の結合を有するもの)の化合物である。広く用いられている材料として、4,4'-ビス(ジフェニルアミノ)-ビフェニル(以下、「TAD」と記す)や、その誘導体である4,4'-ビス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]-ビフェニル(以下、「TPD」と記す)、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]-ビフェニル(以下、「 α -NPDI」と記す)がある。4,4',4''-トリス(N,N-ジフェニルアミノ)-トリフェニルアミン(以下、「TDATA」と記す)、4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]-トリフェニルアミン(以下、「MTDATA」と記す)などのスターバースト型芳香族アミン化合物が挙げられる。

【0138】電子輸送材料としては、金属錯体がよく用いられ、先に述べたAlq₃、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(以下、「Almq」と記す)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]-キノリノラト)ベリリウム(以下、「Bebq」と記す)などのキノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体や、混合配位子錯体であるビス(2-メチル-8-キノリノラト)-(4-ヒドロキシビフェニル)-アルミニウム(以下、「BAIq」と記す)などがある。また、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-ベンゾオキサゾラト]亜鉛(以下、「Zn(BOX)」と記す)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-ベンゾチアゾラト]亜鉛(以下、「Zn(BTZ)」と記す)などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体もある。さらに、金属錯体以外にも、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(以下、「PBD」と記す)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(以下、「OXD-7」と記す)などのオキサジアゾール誘導体、5-(4-ビフェニル)-3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(以下、「p-ETTAZ」と記す)などのトリアゾール誘導体、バソフェナントロリン(以下、「BPhen」と記す)、バソキユロリン(以下、「B

CP」と記す)などのフェナントロリン誘導体が電子輸送性を有する。

【0139】電子注入材料としては、上で述べた電子輸送材料を用いることができる。その他に、フッ化リチウムなどのアルカリ金属ハロゲン化合物や、酸化リチウムなどのアルカリ金属酸化物のような絶縁体の、超薄膜がよく用いられる。また、リチウムセチルアセトネート(以下、「Li(acac)」と記す)や8-キノリノラトリーチウム(以下、「LiQ」と記す)などのアルカリ金属錯体も有効である。

【0140】発光材料としては、先に述べたAlq、Almq、Beq、BAq、Zn(BOX)₂、Zn(BTZ)₂などの金属錯体の他、各種蛍光色素が有効である。蛍光色素としては、青色の4、4'-ビス(2,2'-ジフェニル-ビニル)-ビフェニル(以下、「DPVB1」と記す)や、赤橙色の4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノステリル)-4H-ピラン(以下、「DCM」と記す)などがある。また、三重項発光材料も可能であり、白金ないしはイリジウムを中心金属とする錯体が主体である。三重項発光材料として、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム(以下、「Ir(ppp)」と記す)、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-2,11,23H-ポルフィリン-白金(以下、「PtOEP」と記す)などが知られている。

【0141】以上で述べたような各機能を用いる材料を、各々組み合わせ、本発明の有機発光素子に適用することにより、従来よりも駆動電圧が低い上に素子の寿命が長い有機発光素子を作製することができる。

【0142】

【実施例】【実施例1】本実施例では、実施の形態1で示した構造を有する有機発光素子を形成する場合について説明する。なお、本実施例では、図4を用いて説明する。

【0143】有機発光素子を形成する陽極401には、酸化インジウム・スズ(ITO)膜や酸化インジウムに2~20[%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合した透明導電膜を用いる。なお、本実施例においては、陽極401の膜厚を80~200nmとするのが好ましい。

【0144】そして、陽極401上には、正孔注入層404が形成されるが、正孔注入層404としては、銅フタロシアニン(CuPc)や無金属フタロシアニン(H₂Pc)等のフタロシアニン系の材料を用いる。なお、本実施例に於いては、銅フタロシアニンを用いて正孔注入層404を形成する。正孔注入層404の膜厚としては、10~30nmとするのが好ましい。

【0145】次に正孔注入層404を形成した後で正孔輸送層405が形成される。本実施例における正孔輸送層405には芳香族アミン系の4,4'-ビス[N-(2-フェニル-7-フェニル-9-メチル-9H-フルoren-2-イル)-N-フェニル-9H-フルoren-2-イル)]ジクロロベンゼン(TPAC)、4,4',4''-ト

リス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニル-7-メチル-9H-フルoren-2-イル)-N-フェニル-9H-フルoren-2-イル)]トリフェニルアミン(MTDAT A)といった材料を用いることができる。なお、本実施例に於いては、α-NPDを用いて30~60nmの膜厚で正孔輸送層405を形成する。

【0146】次に、混合層(1)407を形成する。なお、混合層(1)407は、正孔輸送層405を形成するα-NPDと発光層406を形成するAlqを共蒸着法により形成する。なお、この時の混合層(1)407の膜厚は、1~10nmとするのが好ましい。

【0147】次に、発光層406を形成する。なお、発光層406は、Alqを蒸着法により形成する。なお、この時の発光層406の膜厚は、30~60nmとするのが好ましい。

【0148】本実施例における有機発光素子の構造では、発光層を正孔輸送層405および電子輸送層406を形成する材料よりも励起エネルギーの低い材料で形成するか、励起エネルギーの低いドーパントをドーピングして形成する必要がある。

【0149】本実施例の発光層406を形成する材料としては、Alqの他、これにフェニル基が導入された構造のAlpqが適している。発光層にドーピングを行う際に用いるドーパントとしては、ペリレン、ルブレ、クマリン、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノステリル)-4H-ピラン(DCM)およびキナクリドンといった公知の材料を用いることができる。

【0150】次に、混合層(2)409を形成する。なお、混合層(2)409は、発光層406を形成するAlq、もしくはAlpqと電子輸送層408を形成する材料を共蒸着法により形成する。なお、この時の混合層(2)409の膜厚は、1~10nmとするのが好ましい。

【0151】次に、電子輸送層408を形成する。ここでは、1,3,4-オキサジアゾール誘導体や1,2,4-トリアゾール誘導体といった材料を用いることができる。具体的には、2-(4-フェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(PBD)、2,5-(1,3'-ジフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(BND)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(OXD-7)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-フェニル)-1,2,4-トリアゾール(TAZ)といった材料を用いることができる。なお、電子輸送層408としては、30~60nmの膜厚で形成されるのが好ましい。

【0152】ここまで形成した後で、蒸着法により有機発光素子の陰極を形成する。本実施例では有機発光素子の陰極となる導電膜としてMgAgを用いているが、AlやYbの他、Al-Li合金膜(アルミニウムとリチウムの合金膜)や、周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成された膜を用いることも可能である。

【0153】【実施例2】本実施例では、実施の形態2

で示した構造を有する有機発光素子を形成する場合について説明する。なお、本実施例では、図5を用いて説明する。

【0154】有機発光素子を形成する陽極501には、酸化インジウム・スズ(ITO)膜や酸化インジウムに2~20[%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合した透明導電膜を用いる。なお、本実施例においては、陽極501の膜厚を80~200nmとする。

【0155】そして、陽極501上には、正孔注入層504が形成されるが、正孔注入層504としては、銅フタロシアニン(CuPc)や無金属フタロシアニン(H₂Pc)等のフタロシアニン系の材料を用いる。なお、本実施例においては、銅フタロシアニンを用いて正孔注入層504を形成する。正孔注入層504の膜厚としては、10~30nmとする。

【0156】次に正孔注入層504を形成した後で正孔輸送層505が形成される。本実施例における正孔輸送層505には芳香族アミン系の α -NPD、TPAC、MTDATAといった材料を用いることができる。なお、本実施例に於いては、MTDATAと α -NPDを積層させて30~60nmの膜厚で正孔輸送層505を形成する。なお、本実施例に於いては、正孔輸送層505の上にMTDATA(下層)を10~20nmの膜厚で形成した後、 α -NPD(上層)を5~20nmの膜厚で形成する。

【0157】次に、混合層(1)507を形成する。なお、混合層(1)507は、正孔輸送層505の上層を形成する α -NPDと発光層506を形成する4,4'-N,N'-ジカルボゾール-ビ-フルエネ(CBP)及びトリ(2-フェニル-5-ピリジル)イリジウム(Ir(pppy))を共蒸着法により形成する。なお、この時の混合層(1)507の膜厚は、1~10nmとするのが好ましい。

【0158】次に、発光層506を形成する。なお、発光層506は、ドーパントであるCBPとホスト材料であるイリジウム錯体(Ir(pppy))を共蒸着法により形成する。ホスト材料としては、イリジウム錯体の他に白金錯体を用いても良い。なお、この時の発光層506の膜厚は、10~30nmとする。

【0159】次に、発光層506の上には、正孔阻止層508を形成する。なお、本実施例では、正孔阻止層508にBCPを用い、10~30nmの膜厚で形成する。

【0160】次に、混合層(2)510を形成する。なお、混合層(2)510は、正孔阻止層508を形成するBCPと電子輸送層509を形成するAlq₃を共蒸着法により形成する。なお、この時の混合層(2)510の膜厚は、1~10nmとするのが好ましい。

【0161】次に、電子輸送層509を形成する。ここでは、Alq₃もしくはAlpq₃といった材料を用いることができる。なお、本実施例では電子注入層609の

材料としてAlq₃を用い、30~60nmの膜厚で形成する。

【0162】ここまで形成した後で、蒸着法により有機発光素子の陰極502を形成する。本実施例では有機発光素子の陰極502となる導電膜としてMgAgを用いているが、AlやYbの他、Al-Li合金膜(アルミニウムとリチウムとの合金膜)や、周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成された膜を用いることも可能である。なお、本実施例における陰極502は100~500nmの膜厚で形成する。

【0163】なお、本実施例における素子構造の場合には、特に発光層に三重発光材料を用いることが好ましい。

【0164】〔実施例3〕本実施例では、実施の形態3で示した構造を有する有機発光素子を形成する場合について説明する。なお、本実施例では、図6を用いて説明する。

【0165】有機発光素子を形成する陽極601には、酸化インジウム・スズ(ITO)膜や酸化インジウムに2~20[%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合した透明導電膜を用いる。なお、本実施例においては、陽極601の膜厚を80~200nmとする。

【0166】そして、陽極601上には、正孔注入層604が形成されるが、正孔注入層604としては、銅フタロシアニン(CuPc)や無金属フタロシアニン(H₂Pc)等のフタロシアニン系の材料を用いる。なお、本実施例に於いては、銅フタロシアニンを用いて正孔注入層604を形成する。本実施例においては、正孔注入層604の膜厚を10~30nmとする。

【0167】次に、混合層(1)606を形成する。なお、混合層(1)606は、正孔注入層604を形成する銅フタロシアニン(CuPc)と正孔輸送層605を形成する α -NPDとを共蒸着法により形成する。なお、この時の混合層(1)606の膜厚は、1~10nmとするのが好ましい。

【0168】次に混合層(1)606を形成した後で正孔輸送層605が形成される。本実施例における正孔輸送層605には芳香族アミン系の α -NPD、TPAC、MTDATAといった材料を用いることができる。なお、本実施例に於いては、 α -NPDを用いて30~60nmの膜厚で正孔輸送層605を形成する。

【0169】次に、発光層607を形成する。なお、発光層607は、Alq₃を蒸着法により形成する。なお、ここでは発光層607の膜厚を30~60nmとする。

【0170】次に、電子輸送層608を形成する。ここでは、1,3,4-オキサジアゾール誘導体や1,2,4-トリアゾール誘導体といった材料を用いることができる。具体的には、PBD、BND、OXD-7、TAZといった材

料を用いることができる。なお、電子輸送層608としては、30～60nmの膜厚で形成する。

【0171】次に、混合層(2)610を形成する。なお、混合層(2)610は、電子輸送層608を形成するTAZと電子注入層609を形成する材料を共蒸着法により形成する。なお、この時の混合層(2)610の膜厚は、1～10nmとするのが好ましい。

【0172】混合層(2)610の上には、電子注入層609を形成する。ここでは、Alq₃もしくはAlp_qといった材料を用いることができる。なお、電子輸送層509としては、30～60nmの膜厚で形成する。

【0173】ここまで形成した後で、蒸着法により有機発光素子の陰極を形成する。本実施例では有機発光素子の陰極となる導電膜としてMgAgを用いているが、AlやYbの他、Al-Li合金膜(アルミニウムとリチウムとの合金膜)や、黒鉛系の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成された膜を用いることも可能である。

【0174】(実施例4) 次に、同一基板上に本発明の有機発光素子を有する画素部と、画素部の周辺に設ける駆動回路のTFT(nチャネル型TFT及びpチャネル型TFT)を同時に作製する方法の一例について図7～図9を用いて説明する。

【0175】まず、本実施例ではコーニング社の#7059ガラスや#1737ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラス、またはアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラスからなる基板900を用いる。なお、基板900としては、透光性を有する基板であれば限定されず、石英基板を用いても良い。また、本実施例の処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板を用いても良い。

【0176】次いで、図7(A)に示すように、基板900上に酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜から成る下地膜901を形成する。本実施例では下地膜901として2層構造を用いるが、前記絶縁膜の単層膜または2層以上積層させた構造を用いても良い。下地膜901の一層目としては、プラズマCVD法を用い、SiH₄、NH₃、及びN₂Oを反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜901aを50～200nm(好ましくは100～100nm)形成する。本実施例では、膜厚50nmの酸化窒化珪素膜901a(組成比Si=32%、O=27%、N=24%、H=17%)を形成した。次いで、下地膜901の二層目としては、プラズマCVD法を用い、SiH₄、及びN₂Oを反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜901bを50～200nm(好ましくは100～150nm)の厚さに積層形成する。本実施例では、膜厚100nmの酸化窒化珪素膜901b(組成比Si=32%、O=59%、N=7%、H=2%)を形成した。

【0177】次いで、下地膜901上に半導体層902～905を形成する。半導体層902～905は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段(スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等)により成膜した後、公知の結晶化処理(レーザ結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルを用いた熱結晶化法等)を行って得られた結晶質半導体膜を所望の形状にパターンニングして形成する。この半導体層902～905の厚さは25～80nm(好ましくは30～60nm)の厚さで形成する。結晶質半導体膜の材料に限定はないが、好ましくは珪素(シリコン)またはシリコンゲルマニウム(Si_xGe_{1-x}(X=0.0001～0.02))合金などで形成する。本実施例では、プラズマCVD法を用い、55nmの非晶質珪素膜を成膜した後、ニッケルを含む溶液を非晶質珪素膜上に保持させた。この非晶質珪素膜に脱水素化(500℃、1時間)を行った後、熱結晶化(500℃、4時間)を行い、さらに結晶化を改善するためのレーザアニール処理を行って結晶質珪素膜を形成した。そして、この結晶質珪素膜をフォトリソグラフィ法を用いたパターンニング処理によって、半導体層902～905を形成した。

【0178】また、半導体層902～905を形成した後、TFTのしきい値を制御するために、半導体層902～905に微量な不純物元素(ボロンまたはリン)をドーピングしてもよい。

【0179】また、レーザ結晶化法で結晶質半導体膜を作製する場合には、パルス発振型または連続発光型のエキシマレーザやYAGレーザ、YVO₄レーザを用いることができる。これらのレーザを用いる場合には、レーザ発振器から放射されたレーザ光を光学系で線状に集光し半導体膜に照射する方法を用いる。結晶化の条件は実施者が適宜選択するものであるが、エキシマレーザを用いる場合はパルス発振周波数300Hzとし、レーザエネルギー密度を100～400mJ/cm²(代表的には200～300mJ/cm²)とする。また、YAGレーザを用いる場合にはその第2高調波を用いパルス発振周波数30～300kHzとし、レーザエネルギー密度を300～600mJ/cm²(代表的には350～600mJ/cm²)とする。そして幅100～1000μm、例えば400μmで線状に集光したレーザ光を基板全面に渡って照射し、この時の線状レーザ光の重ね合わせ率(オーバーラップ率)を50～90%として行えばよい。

【0180】次いで、半導体層902～905を覆うゲート絶縁膜908を形成する。ゲート絶縁膜908はプラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを40～150nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により110nmの厚さで酸化窒化珪素膜(組成比Si=32%、O=59%、N=7%、H=2%)で形成した。勿論、ゲート絶縁膜は酸

化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【0181】また、酸化珪素膜を用いる場合には、プラズマCVD法でTEOS (Tetraethyl Orthosilicate) と O_2 とを混合し、反応圧力40Pa、基板温度300～400℃とし、高周波(13.56MHz)電力密度0.5～0.8W/cm²で放電させて形成することができる。このようにして作製される酸化珪素膜は、その後400～500℃の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得ることができる。

【0182】そして、ゲート絶縁膜906上にゲート電極を形成するための耐熱性導電層907を200～400nm(好ましくは250～350nm)の厚さで形成する。耐熱性導電層907は単層で形成しても良いし、必要に応じて二層あるいは三層といった複数の層から成る積層構造としても良い。耐熱性導電層にはTa、Ti、Wから選ばれた元素、または前記元素を成分とする合金か、前記元素を組み合わせた合金膜が含まれる。これらの耐熱性導電層はスパッタ法やCVD法で形成されるものであり、低抵抗化を図るために含有する不純物濃度を低減させることが好ましく、特に酸素濃度に関しては30ppm以下とすると良い。本実施例ではW膜を300nmの厚さで形成する。W膜はWをターゲットとしてスパッタ法で形成しても良いし、6フッ化タングステン(WF₆)を用いて熱CVD法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極として使用するためには低抵抗化を図る必要があり、W膜の抵抗率は20μΩcm以下にすることが好ましい。W膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され低抵抗化する。このことより、スパッタ法による場合、純度99.9999%のWターゲットを用い、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率9～20μΩcmを実現することができる。

【0183】一方、耐熱性導電層907にTa膜を用いる場合には、同様にスパッタ法で形成することが可能である。Ta膜はスパッタガスにArを用いる。また、スパッタ時のガス中に適量のXeやKrを加えておくと、形成する膜の内部応力を緩和して膜の剥離を防止することができる。α相のTa膜の抵抗率は20μΩcm程度でありゲート電極に使用することができるが、β相のTa膜の抵抗率は180μΩcm程度でありゲート電極とするには不向きであった。Ta-N膜はα相に近い結晶構造を持つので、Ta膜の下地にTa-N膜を形成すればα相のTa膜が容易に得られる。また、図示しないが、耐熱性導電層907の下に2～20nm程度の厚さでリン(P)をドーピングしたシリコン膜を形成しておくことは有効である。これにより、その上に形成される導電膜の密着性向上と酸化防止を図ると同時に、耐熱性導電層90

7が微量に含有するアルカリ金属元素が第1の形状のゲート絶縁膜906に拡散するのを防ぐことができる。いずれにしても、耐熱性導電層907は抵抗率を10～50μΩcmの範囲ですることが好ましい。

【0184】次に、フォトリソグラフィの技術を使用してレジストによるマスク908を形成する。そして、第1のエッチング処理を行う。本実施例ではICPエッチング装置を用い、エッチング用ガスにCl₂とCF₄を用い、1Paの圧力で3.2W/cm²のRF(13.56MHz)電力を投入してプラズマを形成して行う。基板側(試料ステージ)にも2.24mW/cm²のRF(13.56MHz)電力を投入し、これにより実質的に負の自己バイアス電圧が印加される。この条件でW膜のエッチング速度は約10nm/minである。第1のエッチング処理はこのエッチング速度を基にW膜がちょうどエッチングされる時間を推定し、それよりもエッチング時間を20%増加させた時間をエッチング時間とした。

【0185】第1のエッチング処理により第1のテーパー形状を有する導電層909～912が形成される。導電層909～912のテーパー部の角度は15～30°となるように形成される。残渣を残すことなくエッチングするためには、10～20%程度の割合でエッチング時間を増加させるオーバーエッチングを施すものとする。W膜に対する酸化窒化シリコン膜(ゲート絶縁膜906)の選択比は2～4(代表的には3)であるので、オーバーエッチング処理により、酸化窒化シリコン膜が露出した面は20～50nm程度エッチングされる(図7(B))。

【0186】そして、第1のドーピング処理を行い、導電層の不純物元素を半導体層に添加する。ここでは、n型を付与する不純物元素添加の工程を行う。第1の形状の導電層を形成したマスク908をそのまま残し、第1のテーパー形状を有する導電層909～912をマスクとして自己整合的にn型を付与する不純物元素をイオンドーピング法で添加する。n型を付与する不純物元素をゲート電極の端部におけるテーパー部とゲート絶縁膜906とを通して、その下に位置する半導体層に達するように添加するためにドーズ量を $1 \times 10^{11} \sim 5 \times 10^{14}$ atoms/cm²とし、加速電圧を80～180keVとして行う。n型を付与する不純物元素として15族に属する元素、典型的にはリン(P)または砒素(As)を用いるが、ここではリン(P)を用いた。このようなイオンドーピング法により第1の不純物領域914～917には $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{21}$ atoms/cm³の濃度範囲でn型を付与する不純物元素が添加される(図7(C))。

【0187】この工程において、ドーピングの条件によっては、不純物が第1の形状の導電層909～912の下に回りこみ、第1の不純物領域914～917が第1

の形状の導電層909～912と重なることも起こりうる。

【0188】次に、図7(D)に示すように第2のエッチング処理を行う。エッチング処理も同様にICPエッチング装置により行い、エッチングガスに CF_4 と Cl_2 の混合ガスを用い、RF電力3.2W/ cm^2 (13.56MHz)、バイアス電力45mW/ cm^2 (13.56MHz)、圧力1.0Paでエッチングを行う。この条件で形成される第2の形状を有する導電層918～921が形成される。その端部にはテーパ部が形成され、該端部から内側に向かって徐々に厚さが増加するテーパ形状となる。第1のエッチング処理と比較して基板側に印加するバイアス電力を低くした分等方性エッチングの割合が多くなり、テーパ部の角度は30～60°となる。マスク908はエッチングされて端部が削れ、マスク922となる。また、図7(D)の工程において、ゲート絶縁層906の表面が40nm程度エッチングされる。

【0189】そして、第1のドーピング処理よりもドーズ量を下げ高加速電圧の条件でn型を付与する不純物元素をドーピングする。例えば、加速電圧を70～120keVとし、 1×10^{11} / cm^2 のドーズ量で行い、不純物濃度が大きくなった第1の不純物領域924～927と、前記第1の不純物領域924～927に接する第2の不純物領域928～931とを形成する。この工程において、ドーピングの条件によっては、不純物が第2の形状の導電層918～921の下に回りこみ、第2の不純物領域928～931が第2の形状の導電層918～921と重なることも起こりうる。第2の不純物領域における不純物濃度は、 1×10^{16} ～ 1×10^{18} atoms/ cm^3 となるようにする(図8(A))。

【0190】そして、(図8(B))に示すように、pチャネル型TFTを形成する半導体層902、905に一導電型とは逆の導電型の不純物領域933(933a、933b)及び934(934a、934b)を形成する。この場合も第2の形状の導電層918、921をマスクとしてp型を付与する不純物元素を追加し、自己整合的に不純物領域を形成する。このとき、nチャネル型TFTを形成する半導体層903、904は、レジストのマスク932を形成し全面を被覆しておく。ここで形成される不純物領域933、934はジボラン(BH_3)を用いたイオンドーピング法で形成する。不純物領域933、934のp型を付与する不純物元素の濃度は、 2×10^{16} ～ 2×10^{18} atoms/ cm^3 となるようにする。

【0191】しかしながら、この不純物領域933、934は詳細にはn型を付与する不純物元素を含有する2つの領域に分けて見ることができる。第3の不純物領域933a、934aは 1×10^{16} ～ 1×10^{18} atoms/ cm^3 の濃度でn型を付与する不純物元素を含み、

第4の不純物領域933b、934bは 1×10^{17} ～ 1×10^{19} atoms/ cm^3 の濃度でn型を付与する不純物元素を含んでいる。しかし、これらの不純物領域933b、934bのp型を付与する不純物元素の濃度を 1×10^{19} atoms/ cm^3 以上となるようにし、第3の不純物領域933a、934aにおいては、p型を付与する不純物元素の濃度をn型を付与する不純物元素の濃度の1.5から3倍となるようにすることにより、第3の不純物領域でpチャネル型TFTのソース領域およびドレイン領域として機能するために何ら問題は生じない。

【0192】その後、図8(C)に示すように、第2の形状を有する導電層918～921およびゲート絶縁層906上にある第1の層間絶縁層937を形成する。第1の層間絶縁層937は酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、またはこれらを組み合わせた積層膜で形成すれば良い。いずれにしても第1の層間絶縁層937は無機絶縁物材料から形成する。第1の層間絶縁層937の膜厚は100～200nmとする。第1の層間絶縁層937として酸化シリコン膜を用いる場合には、プラズマCVD法でTEOSと O_2 とを混合し、反応圧力40Pa、基板温度300～400℃とし、高周波(13.56MHz)電力密度0.5～0.8W/ cm^2 で放電させて形成することができる。また、第1の層間絶縁層937として酸化窒化シリコン膜を用いる場合には、プラズマCVD法で SiH_4 、 N_2O 、 NH_3 から作製される酸化窒化シリコン膜、または SiH_4 、 N_2O から作製される酸化窒化シリコン膜で形成すれば良い。この場合の作製条件は反応圧力2.0～20.0Pa、基板温度300～400℃とし、高周波(60MHz)電力密度0.1～1.0W/ cm^2 で形成することができる。また、第1の層間絶縁層937として SiH_4 、 N_2O 、 H_2 から作製される酸化窒化水素化シリコン膜を適用しても良い。窒化シリコン膜も同様にプラズマCVD法で SiH_4 、 NH_3 から作製することが可能である。

【0193】そして、それぞれの濃度で添加されたn型またはp型を付与する不純物元素を活性化する工程を行う。この工程はファーンズアニール法を用いる熱アニール法で行う。その他に、レーザーアニール法、またはラビッドサーマルアニール法(RTA法)を適用することができる。熱アニール法では酸素濃度が1ppm以下、好ましくは0.1ppm以下の窒素雰囲気中で400～700℃、代表的には500～600℃で行うものであり、本実施例では550℃で4時間の熱処理を行った。また、基板900に耐熱温度が低いプラスチック基板を用いる場合にはレーザーアニール法を適用することが好ましい。

【0194】活性化の工程に続いて、雰囲気ガスを変化させ、3～100%の水素を含む雰囲気中で、300～450℃で1～12時間の熱処理を行い、半導体層を水

素化を行う。この工程は熱的に励起された水素により半導体層にある $10^{14} \sim 10^{16} / \text{cm}^2$ のダングリングボンドを終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行っても良い。いずれにしても、半導体層 $902 \sim 905$ 中の欠陥密度を $10^{16} / \text{cm}^2$ 以下とすることが望ましく、そのために水素を $0.01 \sim 0.1 \text{ atomic \%}$ 程度付与すれば良い。

【0195】そして、有機絶縁物材料からなる第2の層間絶縁層 939 を $1.0 \sim 2.0 \mu\text{m}$ の平均膜厚で形成する。有機樹脂材料としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB（ベンゾシクロブテン）等を使用することができる。例えば、基板に塗布後、熱重合するタイプのポリイミドを用いる場合には、クリーンオープンで 300°C で焼成して形成する。また、アクリルを用いる場合には、2液性のものを用い、主材と硬化剤を混合した後、スピナーを用いて基板全面に塗布した後、ホットプレートで 80°C で 60 秒の予備加熱を行い、さらにクリーンオープンで 250°C で 60 分焼成して形成することができる。

【0196】このように、第2の層間絶縁層 939 を有機絶縁物材料で形成することにより、表面を良好に平坦化させることができる。また、有機樹脂材料は一般に誘電率が低いので、寄生容量を低減できる。しかし、吸湿性があり保護膜としては適さないで、本実施例のように、第1の層間絶縁層 937 として形成した酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜などと組み合わせることで用いると良い。

【0197】その後、所定のパターンのレジストマスクを形成し、それぞれの半導体層に形成されたソース領域またはドレイン領域とする不純物領域に達するコンタクトホールを形成する。コンタクトホールはドライエッチング法で形成する。この場合、エッチングガスに CF_4 、 O_2 、 He の混合ガスを用い有機樹脂材料から成る第2の層間絶縁層 939 をまずエッチングし、その後、続いてエッチングガスを CF_4 、 O_2 として第1の層間絶縁層 937 をエッチングする。さらに、半導体層との選択比を高めるために、エッチングガスを CHF_3 に切り替えてゲート絶縁層 908 をエッチングすることによりコンタクトホールを形成することができる。

【0198】そして、導電性の金属膜からなる配線層 940 がスパッタ法や真空蒸着法により形成される。さらに、配線層 940 の上にはエッチングの際に配線層とエッチング液に対する選択比が大きくなる材料からなる分離層 941 が形成される。なお、分離層 941 は、窒化膜や酸化膜といった無機材料で形成されていても良いし、ポリイミド、ポリアミドまたはBCB（ベンゾシクロブテン）といった有機樹脂等でも形成されていても良い。さらに金属材料で形成されていても良い。

【0199】ここで、分離層 941 をマスクでパターニ

ングし、その後エッチングすることで、ソース配線 $942 \sim 945$ とドレイン配線 $946 \sim 948$ 及び分離部 $942b \sim 948b$ を形成する。なお、本明細書中では、分離層と配線とで形成される構造を隔壁と呼ぶ。また、図示していないが、本実施例ではこの配線を、そして、膜厚 50 nm の Ti 膜と、膜厚 50 nm の合金膜 (Al と Ti との合金膜) との積層膜で形成した。

【0200】次いで、その上に透明導電膜を $80 \sim 120 \text{ nm}$ の厚さで形成し、パターンニングすることによって画素電極 949 を形成する (図9 (B))。なお、本実施例では、透明電極として酸化インジウム・スズ (ITO) 膜や酸化インジウムに $2 \sim 20 [\%]$ の酸化亜鉛 (ZnO) を混合した透明導電膜を用いる。

【0201】また、画素電極 949 は、ドレイン配線 $946a$ と電気的に接続されたコンタクト配線 923 と接して重ねて形成することによって電流制御用 TFT 963 のドレイン領域と電気的な接続が形成される。

【0202】次に、図9 (B) に示すように、有機化合物層 950 、陰極層 951 およびパッシベーション膜 952 が蒸着法により形成される。このとき有機化合物層 950 を形成する前に画素電極 949 に対して熱処理を施し、水分を完全に除去しておくことが好ましい。なお、本実施例では有機発光素子の陰極として MgAg 電極を用いるが、公知の他の材料であっても良い。

【0203】なお、有機化合物層 950 は、発光層の他に正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層及びバッファ層といった複数の層を組み合わせることで形成することにより形成される。本実施例において用いた有機化合物層の構造について以下に詳細に説明する。

【0204】本実施例では、正孔注入層として、銅フタロシアニンを用い、正孔輸送層としては、 α -NPDを用いてそれぞれ蒸着法により形成する。なお、正孔注入層と正孔輸送層の界面には、銅フタロシアニンと α -NPDを用いて共蒸着法により混合層を形成する。なお、ここで形成される混合層には濃度勾配が形成されていることが望ましい。

【0205】次に、発光層が形成されるが、本実施例では発光層に異なる材料を用いることで異なる発光を示す有機化合物層の形成を行う。なお、本実施例では、赤、緑、青色の発光を示す有機化合物層を形成する。

【0206】赤色に発光する発光層は、 Alq_3 にDCMをドーピングしたものをを用いて形成する。その他にも $\text{N,N'-ジ(4-フェニル-2,6-ピリジン)ジック(II)}$ (Zn(salhn)) にEu錯体である $(1,10\text{-フェナントリン})\text{-Ir}$ X(III) ($\text{X} = \text{F, Cl, Br, I}$)、 Phen をドーピングしたものをを用いることができるが、その他公知の材料を用いることもできる。

【0207】また、緑色に発光する発光層は、CBPと Ir(ppy) を共蒸着法により形成させることがで

きる。なお、この時には、BCPを用いて正孔阻止層を積層しておくことが好ましい。また、その他にもアルミニウムナトリウム錯体 (Alq_3)、ベンゾキノリナトリウム錯体 ($BqBq$) を用いることができる。さらに、キノリナトリウム錯体 (Alq_3) にクマリン6やキナクリドンといった材料をドーパントとして用いたものも可能であるが、その他公知の材料を用いることもできる。

【0208】さらに、青色に発色する発光層は、ジスチリル誘導体であるDPVBiや、アゾメチン化合物を配位子に持つ亜鉛錯体である N,N' -ジ(4-メチル-2-ピリジル)ジ(II) ($Zn(salhn)$) 及び4,4'-ビス(2,2'-ジフェニル-2-ピリジル)-2,2'-ジフェニル (DPVBi) にペリレンをドーピングしたものをを用いることもできるが、その他の公知の材料を用いても良い。

【0209】なお、本実施例では、先に形成した正孔輸送層を形成する材料である α -NPDと上述した発光層を形成する材料とを用いて共蒸着法により正孔輸送層と発光層の界面に混合層を形成する。なお、ここで形成される混合層には濃度勾配が形成されていることが望ましい。

【0210】混合層形成後に電子輸送層を形成する。なお、電子輸送層としては、1,3,4-オキサジアゾール誘導体や1,2,4-トリアゾール誘導体 (TAZ) といった材料を用いることができるが、本実施例では、1,2,4-トリアゾール誘導体 (TAZ) を用いて蒸着法により30~60nmの膜厚で形成する。

【0211】さらに、発光層と電子輸送層の界面に上述した発光層を形成する材料と1,2,4-トリアゾール誘導体 (TAZ) を用いて共蒸着法により混合層を形成する。なお、ここで形成される混合層には濃度勾配が形成されていることが望ましい。

【0212】以上により、界面に混合層を有する積層構造からなる有機化合物層が形成される。なお、本実施例における有機化合物層950 (積層された有機化合物層と混合層を含む) の膜厚は10~400[nm] (典型的には60~150[nm])、陰極951の厚さは80~200[nm] (典型的には100~150[nm]) とすれば良い。

【0213】有機化合物層を形成した後、蒸着法により有機発光素子の陰極が形成される。本実施例では有機発光素子の陰極となる導電膜としてMgAgを用いているが、Al-Li合金膜 (アルミニウムとリチウムとの合金膜) や、周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成された膜を用いることも可能である。

【0214】また、陰極951形成後、パッシベーション膜952が形成される。なお、パッシベーション膜952を設けることで有機化合物層950や陰極951を水分や酸素から保護することは可能である。なお、本実

施例ではパッシベーション膜952として300nm厚の窒化珪素膜を設ける。このパッシベーション膜952は陰極951を形成した後大気解放しなくても連続的に形成しても構わない。

【0215】こうして図9(C)に示すような構造の発光装置が完成する。なお、画素電極949、有機化合物層950、陰極951の重なっている部分954が有機発光素子に相当する。

【0216】pチャネル型TFT960及びnチャネル型TFT961は駆動回路が有するTFTであり、CMOSを形成している。スイッチング用TFT962及び電流制御用TFT963は画素部が有するTFTであり、駆動回路のTFTと画素部のTFTとは同一基板上に形成することができる。

【0217】なお、有機発光素子を用いた発光装置の場合、駆動回路の電源の電圧が5~6V程度、最大でも10V程度で十分なので、TFTにおいてホットエレクトロンによる劣化があまり問題にならない。また駆動回路を高速で動作させる必要があるので、TFTのゲート容量は小さいほうが好ましい。よって、本実施例のように、有機発光素子を用いた発光装置の駆動回路では、TFTの半導体層が有する第2の不純物領域929と、第4の不純物領域933bとが、それぞれゲート電極918、919と重ならない構成にするのが好ましい。

【0218】こうして図9(C)に示すように基板上に有機発光素子を形成した発光パネルを形成することができる。

【0219】なお、発光パネルを形成した後で、これを封止しFPCにより外部電源と電気的に接続することにより本発明の発光装置を完成させることができる。

【0220】なお、本実施例における構成は、実施例1~実施例3におけるいずれの素子構成とも自由に組み合わせる実施することが可能である。

【0221】【実施例5】本実施例では、実施例4において図9(C)まで作成した発光パネルを発光装置として完成させる方法について図10を用いて詳細に説明する。

【0222】図10(A)は、有機発光素子の封止までを行った状態を示す上面図、図10(B)は図10(A)をA-A'で切断した断面図である。点線で示された1001はソース側駆動回路、1002は画素部、1003はゲート側駆動回路である。また、1004はカバー材、1005はシール剤であり、シール剤1005で囲まれた内側には空間1007が設けられる。

【0223】なお、1008はソース側駆動回路1001及びゲート側駆動回路1003に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC (フレキシブルプリントサーキット) 1010からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配

41

線基盤（PWB）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光パネルにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態の発光モジュールだけではなく、ICを実装した発光モジュールをも含むものとする。

【0224】次に、断面構造について図10（B）を用いて説明する。基板1000の上方には画素部1002、ゲート側駆動回路1003が形成されており、画素部1002は電流制御用TFT1011とそのドレインに電氣的に接続された透明電極1012を含む複数の画素により形成される。また、ゲート側駆動回路1003はnチャネル型TFT1013とpチャネル型TFT1014とを組み合わせたCMOS回路（図9参照）を用いて形成される。

【0225】透明電極1012は有機発光素子の陽極として機能する。また、透明電極1012の両端には層間絶縁膜1006が形成され、透明電極1012上には有機化合物層1016および有機発光素子の陰極1017が形成される。

【0226】陰極1017は複数の画素に共通の配線としても機能し、接続配線1009を経由してFPC1010に電氣的に接続されている。さらに、画素部1002及びゲート側駆動回路1003に含まれる素子は全てパッシベーション膜1018で覆われている。

【0227】また、シール剤1005によりカバー材1004が貼り合わされている。なお、カバー材1004と有機発光素子との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、シール剤1005の内側は密閉された空間になっており、窒素やアルゴンなどの不活性ガスが充填されている。なおこの密閉空間の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を設けることも有効である。

【0228】また、カバー材としては、ガラス、セラミックス、プラスチックもしくは金属を用いることができるが、カバー材側に光を放射させる場合は透光性でなければならない。なお、プラスチックとしては、FRP（Fiberglass-Reinforced Plastics）、PVF（ポリビニルフロライド）、マイラー、ポリエステルまたはアクリルを用いることができる。

【0229】以上のようにして発光パネルをカバー材及びシール剤を用いて封入することにより、有機発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素等の有機化合物層の酸化による劣化を促す物質が侵入するのを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0230】なお、本実施例における構成は、実施例1～実施例4におけるいずれの構成とも自由に組み合わせる実施することが可能である。

【0231】【実施例6】本実施例では、図17で示した有機発光素子において、第一の混合領域1708およ

42

び第二の混合領域1709に濃度勾配を形成した素子を、具体的に例示する。

【0232】まず、ITOをスパッタリングによって100nm程度成膜し、陽極1702を形成したガラス基板1701を用意する。この陽極1702を有するガラス基板1701を、図23において示したような真空槽内に搬入する。本実施例では、4種類の材料（3種類は有機化合物であり、1種類は陰極となる金属）を蒸着するため、4つの蒸着源が必要となる。

【0233】まず、TADのスピロ2重体（以下、「S-TAD」と記す）のみからなる正孔輸送領域1705を、3Å/sの蒸着レートにて30nm形成したあと、発光材料であるDPVBiのスピロ2重体（以下、「S-DPVBi」と記す）の蒸着を開始し、徐々に蒸着レートを上げていく。

【0234】S-DPVBiの蒸着開始直後から、S-TADの蒸着レートを徐々に減少させていくことにより、濃度勾配を有する第一の混合領域1708を形成する。第一の混合領域1708は10nm形成するので、その形成終了時には、S-TADの蒸着は終了し、S-DPVBiの蒸着レートが3Å/sになっているように、それぞれ蒸着レートの変化量を調節する。

【0235】次に、S-DPVBiからなる発光領域1706を20nm形成したあと、電子輸送材料であるAlqの蒸着を開始し、徐々に蒸着レートを上げていく。この時、Alqの蒸着開始直後から、S-DPVBiの蒸着レートを徐々に減少させていくことにより、濃度勾配を有する第二の混合領域1709を形成する。第二の混合領域1709は10nm形成するので、その形成終了時には、S-DPVBiの蒸着は終了し、Alqの蒸着レートが3Å/sになっているように、それぞれ蒸着レートの変化量を調節する。

【0236】さらに、Alqのみ引き続き蒸着し続けることで、電子輸送領域1707を形成する。厚さは30nmとする。最後に、陰極としてAl:Li合金を150nm程度蒸着することにより、S-DPVBiに由来する青色発光の有機発光素子を得る。

【0237】【実施例7】本実施例では、図21（b）で示した有機発光素子を、具体的に例示する。

【0238】まず、ITOをスパッタリングによって100nm程度成膜し、陽極1702を形成したガラス基板1701を用意する。この陽極1702を有するガラス基板1701を、図23において示したような真空槽内に搬入する。本実施例では、5種類の材料（3種類は有機化合物であり、2種類は金属）を蒸着するため、5つの蒸着源が必要となる。

【0239】まず、 α -NPDのみからなる正孔輸送領域1705を、3Å/sの蒸着レートにて30nm形成したあと、その蒸着レートは固定したまま、発光材料であるAlqの蒸着も3Å/sにて開始する。すなわち、 α -NPdとAlqの比率が1:1となるような第一の混合領域1708を、共蒸着にて形成することになる。厚さは10nmとす

50

る。

【0240】第一の混合領域1708を形成後、 α -NPDの蒸着は終了し、引き続きAlqの蒸着を続けることによって発光領域1706を形成する。厚さは20nmとする。さらに、引き続きAlqの蒸着を続けたまま、電子輸送材料であるBPhenの蒸着を3Å/sの蒸着レートで開始する。すなわち、AlqとBPhenの比率が1:1となるような第二の混合領域1709を、共蒸着にて形成することになる。厚さは10nmとする。

【0241】第二の混合領域1709を形成後、Alqの蒸着は終了し、引き続きBPhenの蒸着を続けることによって、30nmの電子輸送領域1707を形成する。さらに、BPhenの蒸着を続けたまま、Liを1wt%程度添加することにより、電子注入領域1711とする。厚さは10nmとする。

【0242】最後に、陰極としてAl:Li合金を150nm程度蒸着することにより、Alqに由来する緑色発光の有機発光素子を得る。

【0243】〔実施例8〕本実施例では、図22で示した有機発光素子を、具体的に例示する。

【0244】まず、ITOをスパッタリングによって100nm程度成膜し、陽極11002を形成したガラス基板11001を用意する。この陽極11002を有するガラス基板11001を、図23において示したような真空槽内に搬入する。本実施例では、7種類の材料(5種類は有機化合物であり、2種類は金属)を蒸着するため、7つの蒸着源が必要となる。

【0245】まず、正孔注入材料としてCuPcを20nm蒸着し、正孔注入領域11010を形成するが、20nmに達しCuPcの蒸着を終えると同時に、インターバルをおかず、正孔輸送材料である α -NPDの蒸着を3Å/sの蒸着レートで開始する。インターバルをおかない理由は、先に述べたように、不純物層の形成を防ぐためである。

【0246】次に、 α -NPDのみからなる正孔輸送領域11005を20nm形成した後、 α -NPDの蒸着レートは3Å/sに固定したまま、発光材料に対するホスト材料として、Alqの蒸着も3Å/sにて開始する。すなわち、 α -NPDとAlqの比率が1:1となるような第一の混合領域11008を、共蒸着にて形成することになる。厚さは10nmとする。

【0247】第一の混合領域11008を形成後、 α -NPDの蒸着は終了し、引き続きAlqの蒸着を続けることによって発光領域11006を形成する。厚さは20nmとする。この時、発光領域11006に対し、発光材料11012として蛍光色素であるDCMを1wt%添加しておく。

【0248】発光領域11008を形成後、DCMの蒸着は終了するが、引き続きAlqの蒸着は続けたまま、電子輸送材料であるBPhenの蒸着を3Å/sの蒸着レートで開始する。すなわち、AlqとBPhenの比率が1:1となるような第二の混合領域11009を、共蒸着にて形成する

ことになる。厚さは10nmとする。

【0249】第二の混合領域11009を形成後、Alqの蒸着は終了し、引き続きBPhenの蒸着を続けることによって、30nmの電子輸送領域11007を形成する。さらに、BPhenの蒸着を続けたまま、Liを1wt%程度添加することにより、電子注入領域11011とする。厚さは10nmとする。

【0250】最後に、陰極としてAl:Li合金を150nm程度蒸着することにより、DCMに由来する赤色発光の有機発光素子を得る。

【0251】〔実施例9〕本実施例では、図22で示した有機発光素子において、発光材料11012として三重項発光材料を適用した有機発光素子の例を、具体的に例示する。

【0252】まず、ITOをスパッタリングによって100nm程度成膜し、ITO(陽極)を形成したガラス基板を用意する。このガラス基板上に、正孔注入領域11010として、ヨウ素をドーパしたポリ(3-ヘキシル)チオフェンを、スピコーティングにより20nm成膜する。溶媒としてはベンゼンを用い、ヨウ素は同一の溶媒に溶解することによりドーパしたものをいれればよい。なお、成膜後は、加熱により溶媒であるベンゼンを除去する。

【0253】このようにして、導電性高分子材料をITO上に塗布したガラス基板を、図23において示したような真空槽内に搬入する。本実施例では、6種類の材料(5種類は有機化合物であり、1種類は陰極となる金属)を蒸着するため、6つの蒸着源が必要となる。

【0254】まず、 α -NPDのみからなる正孔輸送領域11005を、3Å/sの蒸着レートにて40nm形成した後、その蒸着レートは固定したまま、発光材料に対するホスト材料として、BA1qの蒸着も3Å/sにて開始する。すなわち、 α -NPDとBA1qの比率が1:1となるような第一の混合領域11008を、共蒸着にて形成することになる。厚さは10nmとする。

【0255】第一の混合領域11008を形成後、 α -NPDの蒸着は終了し、引き続きBA1qの蒸着を続けることによって発光領域11006を形成する。厚さは20nmとする。この時、発光領域11006に対し、発光材料11012として三重項発光材料であるIr(ppy)₃を5wt%添加しておく。

【0256】発光領域11006を形成後、Ir(ppy)₃の蒸着は終了するが、引き続きBA1qの蒸着は続けたまま、電子輸送材料であるAlqの蒸着を3Å/sの蒸着レートで開始する。すなわち、BA1qとAlqの比率が1:1となるような第二の混合領域11009を、共蒸着にて形成することになる。厚さは10nmとする。

【0257】第二の混合領域11009を形成後、BA1qの蒸着は終了し、引き続きAlqの蒸着を続けることによって、30nmの電子輸送領域11007を形成する。さらに、電子注入領域として、Li(acac)を2nm蒸着する。

【0258】最後に、陰極としてAlを150nm程度蒸着することにより、Ir(ppy)、に由来する緑色発光の三重項発光素子を得る。

【0259】〔実施例10〕本実施例では、本発明で開示した有機発光素子を含む発光装置について説明する。図24は、本発明の有機発光素子を用いたアクティブマトリクス型発光装置の断面図である。

【0260】なお、能動素子としてここでは薄膜トランジスタ（以下、「TFT」と記す）を用いているが、MOSトランジスタを用いてもよい。また、TFTとしてトップゲート型TFT（具体的にはプレーナ型TFT）を例示するが、ボトムゲート型TFT（典型的には逆スタガ型TFT）を用いることもできる。

【0261】図24(a)において、11201は基板であり、ここでは基板側から光を取り出すため、可視光を透過する基板を用いる。具体的には、ガラス基板、石英基板、結晶化ガラス基板もしくはプラスチック基板（プラスチックフィルムを含む）を用いられたい。なお、基板11201とは、表面に設けた絶縁膜も含めるものとする。

【0262】基板11201の上には画素部11211および駆動回路11212が設けられている。まず、画素部11211について説明する。

【0263】画素部11211は画像表示を行う領域である。基板11201には複数の画素が存在し、各画素には有機発光素子に流れる電流を制御するためのTFT（以下、「電流制御TFT」と記す）11202、画素電極（陽極）11203、有機化合物膜11204および陰極11205が設けられている。なお、図24(a)では電流制御TFTしか図示していないが、電流制御TFTのゲートに加わる電圧を制御するためのTFT（以下、「スイッチングTFT」と記す）を設けたい。

【0264】電流制御TFT11202は、ここではpチャネル型TFTを用いることが好ましい。nチャネル型TFTとすることも可能であるが、図24のように有機発光素子の陽極に電流制御TFTを接続する場合は、pチャネル型TFTの方が消費電力を押さえることができる。ただし、スイッチングTFTはnチャネル型TFTでもpチャネル型TFTでもよい。

【0265】また、電流制御TFT11202のドレインには画素電極11203が電気的に接続されている。本実施例では、画素電極11203の材料として仕事関数が4.5〜5.5eVの導電性材料を用いるため、画素電極11203は有機発光素子の陽極として機能する。画素電極11203として代表的には、酸化インジウム、酸化錫、酸化亜鉛もしくはこれらの化合物（ITOなど）のような、光透過性の材料を用いられたい。画素電極11203の上には有機化合物膜11204が設けられている。

【0266】さらに、有機化合物膜11204の上には

陰極11205が設けられている。陰極11205の材料としては、仕事関数が2.5〜3.5eVの導電性材料を用いることが望ましい。陰極11205として代表的には、アルカリ金属元素もしくはアルカリ土類金属元素を含む導電膜、アルミニウムを含む導電膜、あるいはその導電膜にアルミニウムや銀などを積層したもの、を用いられたい。

【0267】また、画素電極11203、有機化合物膜11204、および陰極11205からなる層は、保護膜11206で覆われている。保護膜11206は、有機発光素子を酸素および水から保護するために設けられている。保護膜11206の材料としては、窒化珪素、窒化酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、もしくは炭素（具体的にはダイヤモンドライクカーボン）を用いる。

【0268】次に、駆動回路11212について説明する。駆動回路11212は画素部11211に伝送される信号（ゲート信号およびデータ信号）のタイミングを制御する領域であり、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ（トランスファゲート）もしくはレベルシフトが設けられている。図24(a)では、これらの回路の基本単位としてnチャネル型TFT11207およびpチャネル型TFT11208からなるCMOS回路を示している。

【0269】なお、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ（トランスファゲート）もしくはレベルシフトの回路構成は、公知のものでもよい。また図24では、同一の基板上に画素部11211および駆動回路11212を設けているが、駆動回路11212を設けずにICやLSIを電氣的に接続することもできる。

【0270】また、図24では電流制御TFT11202に画素電極（陽極）11203が電気的に接続されているが、陰極が電流制御TFTに接続された構造をとることもできる。その場合、画素電極を陰極11205と同様の材料で形成し、陰極を画素電極（陽極）11203と同様の材料で形成すればよい。その場合、電流制御TFTはnチャネル型TFTとすることが好ましい。

【0271】ところで、図24(a)に示した発光装置は、画素電極11203を形成した後に配線11209を形成する工程で作製されたものとして示してあるが、この場合、画素電極11203が表面荒れを起こす可能性がある。有機発光素子は電流駆動型の素子であるため、画素電極11203の表面荒れにより、特性が悪くなることも考えられる。

【0272】そこで、図24(b)に示すように、配線11209を形成した後に画素電極1203を形成する発光装置も考えられる。この場合、図24(a)の構造に比べて、画素電極11203からの電流の注入性が向上すると考えられる。

【0273】また、図24において、正電圧ー型の

土手状構造11210によって、画素部11211に設置されている各画素を分離している。この土手状構造を、例えば逆テーパー型のような構造にすることにより、土手状構造が画素電極に接しない構造をどることもできる。その一例を図25に示す。

【0274】図25では、配線を利用して分離部を兼ねた、配線および分離部11310を設けた。図25で示されるような配線および分離部11310の形状（ひさしのある構造）は、配線を構成する金属と、前記金属よりもエッチレートの高い材料（例えば金属窒化物）とを積層し、エッチングすることにより形成することができる。この形状により、画素電極11303と配線と、陰極11305とが、ショートすることを防ぐことができる。なお、図25においては、通常のアクティブマトリクス型の発光装置と異なり、画素上の陰極11305をストライプ状（パッシブマトリクスの陰極と同様）にする構造になる。

【0275】また、図26(a)は、導電性高分子材料を正孔注入領域として用いる場合に有効な電極構造を、アクティブマトリクス型の発光装置に導入した例である。断面図を図26(a)に、各画素の電極構造の上面図を図26(b)にそれぞれ示す。すなわち、各画素11413において、陽極が全面に成膜されているのではなく、ストライプ状になっており、そのストライプ状電極11403の間にスリットが形成されている構造である。

【0276】このような構造に直接有機化合物膜を成膜してしまおうと、電極の存在しないスリットの部分は発光しない。しかしながら、導電性高分子11414を図26(a)のようにコーティングすることにより、画素の全面が発光する。つまり、導電性高分子11414は、正孔注入領域であると同時に、電極の役割も果たしているとも言える。

【0277】図26のような発光装置のメリットとしては、陰極11403として、透明なものを使用する必要があることである。スリットの開口率が8〜9割程度であれば、十分な発光が取り出せる。また、平らな面を形成する導電性高分子11414によって、有機化合物膜に対する電界の加わり方は均一となり、絶縁破壊等も起こりにくくなる。

【0278】次に、図24(b)に示したアクティブマトリクス型発光装置の外観を図27に示す。なお、図27(a)には上面図を示し、図27(b)には図27(a)をP-P'で切断した時の断面図を示す。また、図24の符号を引用する。

【0279】図27(a)において、11501は画素部、11502はゲート信号側駆動回路、11503はデータ信号側駆動回路である。また、ゲート信号側駆動回路11502およびデータ信号側駆動回路11503に伝送される信号は、入力配線11504を介してTAB（Tape Automated Bonding）テープ11505から入力

される。なお、図示しないが、TABテープ11505の代りに、TABテープにIC（集積回路）を設けたTCP（Tape Carrier Package）を接続してもよい。

【0280】このとき、11506は図24(b)に示した発光装置の上方に設けられるカバー材であり、樹脂からなるシール剤11507により接着されている。カバー材11506は酸素および水を透過しない材質であれば、いかなるものを用いてもよい。本実施例では、カバー材11506は図27(b)に示すように、プラスチック材11506aと、前記プラスチック材11506aの表面および裏面に設けられた炭素膜（具体的にはダイヤモンドライクカーボン膜）11506b、11506cからなる。

【0281】さらに、図27(b)に示すように、シール剤11507は樹脂からなる封止材11508で覆われ、有機発光素子を完全に密閉空間11509に封入するようになっている。密閉空間11509は不活性ガス（代表的には窒素ガスや希ガス）、樹脂または不活性液体（例えばパーフルオロアルカンに代表される液状のフッ素化炭素）を充填しておけばよい。さらに、吸湿剤や脱酸素剤を設けることも有効である。

【0282】また、本実施例に示した発光装置の表示面（画像を観測する面）に偏光板をもうけてもよい。この偏光板は、外部から入射した光の反射を抑え、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機化合物膜から発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

【0283】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機発光素子には、本発明で開示した有機発光素子のいずれを用いてもよい。

【0284】〔実施例11〕本実施例では、本発明で開示した有機発光素子を含む発光装置の例として、アクティブマトリクス型発光装置を例示するが、実施例5とは異なり、能動素子が形成されている基板とは反対側から光を取り出す構造（以下、「上方射出」と記す）の発光装置を示す。図28にその断面図を示す。

【0285】なお、能動素子としてここでは薄膜トランジスタ（以下、「TFT」と記す）を用いているが、MOSトランジスタを用いてもよい。また、TFTとしてトップゲート型TFT（具体的にはプレーナ型TFT）を例示するが、ボトムゲート型TFT（典型的には逆スタゲ型TFT）を用いることもできる。

【0286】本実施例において、基板11601、画素部に形成された電流制御TFT11602、および駆動回路11612に関しては、実施例5と同様の構成でよい。

【0287】電流制御TFT11602のドレインに接続されている第一電極11603であるが、本実施例では

陽極として用いるため、仕事関数がより大きい導電性材料を用いることが好ましい。その代表例として、ニッケル、パラジウム、タングステン、金、銀などの金属が挙げられる。本実施例では、第一電極11603は光を透過しないことが好ましいが、それに加えて、光の反射性の高い材料を用いることがさらに好ましい。

【0288】第一電極11603の上には有機化合物膜11604が設けられている。さらに、有機化合物膜11604の上には第二電極11605が設けられており、本実施例では陰極とする。その場合、第二電極11605の材料としては、仕事関数が2.5~3.5eVの導電性材料を用いることが望ましい。代表的には、アルカリ金属元素もしくはアルカリ度類金属元素を含む導電膜、アルミニウムを含む導電膜、あるいはその導電膜にアルミニウムや銀などを積層したもの、を用いばよい。ただし、本実施例は上方出射であるため、第二電極11605が光透過性であることが大前提である。したがって、これらの金属を用いる場合は、20nm程度の超薄膜であることが好ましい。

【0289】また、第一電極11603、有機化合物膜11604、および第二電極1605からなる層は、保護膜11606で覆われている。保護膜11606は、有機発光素子を酸素および水から保護するために設けられている。本実施例では、光を透過するものであればいかなるものを用いてもよい。

【0290】なお、図28では電流制御TF11602に第一電極(陽極)11603が電気的に接続されているが、陰極が電流制御TFに接続された構造をとることもできる。その場合、第一電極を陰極の材料で形成し、第二電極を陽極の材料で形成すればよい。このとき、電流制御TFはnチャネル型TFTとすることが好ましい。

【0291】さらに、11607はカバー材であり、樹脂からなるシール剤11608により接着されている。カバー材11607は酸素および水を透過しない材質で、かつ、光を透過する材質であればいかなるものを用いてもよい。本実施例ではガラスを用いる。密閉空間11609は不活性ガス(代表的には窒素ガスや希ガス)、樹脂または不活性液体(例えばパーフルオロアルカン)に代表される液状のフッ素化炭素)を充填しておけばよい。さらに、吸湿剤や脱酸素剤を設けることも有効である。

【0292】なお、ゲート信号側駆動回路およびデータ信号側駆動回路に伝送される信号は、入力配線11613を介してTAB(Tape Automated Bonding)テープ11614から入力される。なお、図示しないが、TABテープ11614の代わりに、TABテープにIC(集積回路)を設けたTCP(Tape Carrier Package)を接続してもよい。

【0293】また、本実施例に示した発光装置の表示面(画像を観測する面)に偏光板をもうけてもよい。この

偏光板は、外部から入射した光の反射を押さえ、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機化合物膜から発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

【0294】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機発光素子には、本発明で開示した有機発光素子のいずれを用いてもよい。

10 【0295】【実施例12】本実施例では本発明をパッシブ型(単純マトリクス型)の発光装置に用いた場合について説明する。説明には図11を用いる。図11においては、1301はガラス基板、1302は透明導電膜からなる陽極である。本実施例では、透明導電膜として酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物を蒸着法により形成する。なお、図11では図示されていないが、複数本の陽極が紙面に垂直な方向へストライプ状に配列されている。

20 【0296】また、ストライプ状に配列された陽極1302の間を埋めるようにバンク(1303a、1303b)が形成される。バンク(1303a、1303b)は陽極1302に沿って紙面に垂直な方向に形成されている。

【0297】次に、積層構造を有する有機化合物層が形成される。本実施例においては、まず、第1の有機化合物層1304として、銅タロシアンが蒸着法により、30~50nmの膜厚で形成される。

30 【0298】次に第2の有機化合物層1305として、 α -NPDが蒸着法により30~60nmの膜厚で形成される。

【0299】さらに第3の有機化合物1306が形成されるが、本実施例においては、赤色に発光する画素1306aと、緑色に発光する画素1306bと、青色に発光する画素1306cとを別々に形成する。

【0300】はじめに、赤色に発光する画素1306aを形成するが、赤色に発光する画素1306aは、メタルマスクを用いてA1q、とDCMを共蒸着法により、30~60nmの膜厚で形成する。

40 【0301】次に、緑色に発光する画素1306bを形成するが、緑色に発光する画素1306bは、メタルマスクを用いてA1q、のみを蒸着法により30~60nmの膜厚で形成する。

【0302】次に、青色に発光する画素1306cを形成するが、青色に発光する画素1306cは、メタルマスクを用いてBCPのみを蒸着法により30~60nmの膜厚で形成する。なお、この時、BCPにA1q、を積層させてもよい。

【0303】なお、本実施例においても、有機層間には混合層を形成する。具体的には、第1の有機化合物層と第2の有機化合物層の界面において、第1の混合層を形

成し、第2の有機化合物層と第3の有機化合物層との界面に第2の混合層を設ける。なお、混合層の作製については、実施の形態において示した方法を用いればよい。

【0304】以上により、複数の発光を示す有機発光素子が得られる。また、これらの有機化合物層はバンク(1303a、1303b)によって形成された溝に沿って形成されるため、紙面に垂直な方向にストライプ状に配列される。

【0305】その後、図11では図示されていないが、複数の陰極1307が紙面に平行な方向が長手方向となり、且つ、陽極1302と直交するようにストライプ状に配列されている。なお、本実施例では、陰極1307は、MgAgからなり、それぞれ蒸着法により形成される。また、図示されないが陰極1307は所定の電圧が加えられるように、後にFPCが取り付けられる部分まで配線が引き出されている。

【0306】また、ここでは図示していないが陰極1307を形成したら、パッシベーション膜として窒化珪素膜を設けても良い。

【0307】以上のようにして基板1301上に有機発光素子を形成する。なお、本実施例では下側の電極が透光性の陽極となっているため、有機化合物層で発生した光は下面(基板1301)に放射される。しかしながら、有機発光素子の構造を反対にし、下側の電極を透光性の陰極とすることもできる。その場合、有機化合物層で発生した光は上面(基板1301とは反対側)に放射されることになる。

【0308】次に、カバー材1308としてセラミックス基板を用意する。本実施例の構造では透光性で良いのでセラミックス基板を用いたが、勿論、前述のように有機発光素子の構造を反対にした場合、カバー材は透光性のほうが良いので、プラスチックやガラスからなる基板を用いるとよい。

【0309】こうして用意したカバー材1308は、紫外線硬化樹脂でなるシール剤1310により貼り合わされる。なお、シール剤1310の内側1309は密閉された空間になっており、窒素やアルゴンなどの不活性ガスが充填されている。また、この密閉された空間1309の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を設けることも有効である。最後に異方導電性フィルム(FPC)1311を取り付けてパッシブ型の発光装置が完成する。なお、本実施例は、本発明で開示した有機発光素子のいずれの素子構成とも自由に組み合わせる実施することが可能である。

【0310】〔実施例13〕本実施例では、本発明で開示した有機発光素子を含む発光装置の例として、パッシブマトリクス型発光装置を例示する。図29(a)にはその上面図を示し、図29(b)には図29(a)をP-P'で切断した時の断面図を示す。

【0311】図29(a)において、11701は基板で

あり、ここではプラスチック材を用いる。プラスチック材としては、ポリイミド、ポリアミド、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、PES(ポリエチレンサルファイド)、PC(ポリカーボネート)、PET(ポリエチレンテレフタレート)もしくはPEN(ポリエチレンナフタレート)を板状、もしくはフィルム上にしたものも使用できる。

【0312】11702は酸化導電膜からなる走査線(陽極)であり、本実施例では酸化亜鉛に酸化ガリウムを添加した酸化物導電膜を用いる。また、11703は金属膜からなるデータ線(陰極)であり、本実施例ではビスマス膜を用いる。また、11704はアクリル樹脂からなるバンクであり、データ線11703を分断するための隔壁として機能する。走査線11702とデータ線11703は両方とも、ストライプ状に複数形成されており、互いに直交するように設けられている。なお、図29(a)では図示していないが、走査線11702とデータ線11703の間には有機化合物膜が挟まれており、交差部11705が画素となる。

【0313】そして、走査線11702およびデータ線11703はTABテープ11707を介して外部の駆動回路に接続される。なお、11708は走査線11702が集合してなる配線群を表しており、11709はデータ線11703に接続された接続配線11706の集合からなる配線群を表す。また、図示していないが、TABテープ11707の代わりに、TABテープにICを設けたICPを接続してもよい。

【0314】また、図29(b)において、11710はシール剤、11711はシール剤11710によりプラスチック材11701に貼り合わされたカバー材である。シール剤11710としては光硬化樹脂を用いていれ、脱ガスが少なく、吸湿性の低い材料が望ましい。カバー材としては基板11701と同一の材料が好ましく、ガラス(石英ガラスを含む)もしくはプラスチックを用いることができる。ここではプラスチック材を用いる。

【0315】次に、画素領域11712の構造の拡大図を図29(c)に示す。11713は有機化合物膜である。なお、図29(c)に示すように、バンク11704は下層の幅が上層の幅よりも狭い形状になっており、データ線11703を物理的に分断できる。また、シール剤11710で囲まれた画素部11714は、樹脂からなる封止材11715により外気から遮断され、有機化合物膜の劣化を防ぐ構造となっている。

【0316】以上のような構成からなる本発明の発光装置は、画素部11714が走査線11702、データ線11703、バンク11704および有機化合物膜11713で形成されるため、非常に簡単なプロセスで作製することができる。

【0317】また、本実施例に示した発光装置の表示面(画像を観測する面)に偏光板をもうけてよい。この

偏光板は、外部から入射した光の反射を抑え、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機化合物膜から発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

【0318】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機発光素子には、本発明で開示した有機発光素子のいずれを用いてもよい。

【0319】〔実施例14〕本実施例では、フルカラーの発光装置について例示する。本実施例におけるフルカラーの発光装置とは、赤、緑、青の光の三原色を用いて、様々な色を表現できる装置のことを指す。

【0320】まず、最も代表的な例としては、赤、緑、青の発光色を呈する有機発光素子を、従来のシャドウマスクの技術を用いて、それぞれ塗り分ける手法である。すなわち、実施例8～実施例8で述べたような、赤、緑、および青色の有機発光素子を、実施例10、実施例11、および実施例13で述べたような発光装置の基板に設けられたい。

【0321】他の方法として、カラーフィルターを用いたフルカラー化が可能である。すなわち、図30(a)に示すように、白色発光の有機発光素子を、カラーフィルターを有する基板上に設ける手法である。基板としては、カラーフィルターがパターンニングされた基板に、実施例10、実施例11、および実施例13で示したような回路が描かれているものを用いればよい。本発明による白色発光素子の例は、図30(b)に示した。

【0322】また、色変換方式を用いたフルカラー化も可能である。すなわち、図31(a)に示すように、青色発光の有機発光素子を、色変換層を有する基板上に設ける手法である。色変換層とは、可視光を吸収し、吸収した可視光の波長よりも長い波長の光を放出する、蛍光塗料類などである。基板としては、色変換層がパターンニングされた基板に、実施例10、実施例11、および実施例13で示したような回路が描かれているものを用いればよい。本発明による青色発光素子の例は、図31(b)に示した。

【0323】これらの代表的な手法の他、フォトリソングによる色変換方式なども、材料の選択によっては本発明に適用可能である。

【0324】〔実施例15〕本実施例では、実施例13で示した発光装置にプリント配線板を設けてモジュール化した例を示す。

【0325】図32(a)に示すモジュールは、基板12001(ここでは、画素部12002、配線12003a、12003bを含む)にTABテープ12004aが取り付けられ、前記TABテープ12004aを介してプリント配線板12005が取り付けられている。

【0326】ここで、プリント配線板12005の機能

ブロック図を図32(b)に示す。プリント配線板12005の内部には少なくともI/Oポート(入力もしくは出力部)12006、12009、データ信号側駆動回路12007およびゲート信号側駆動回路12008として機能するICが設けられている。

【0327】このように、基板面に画素部が形成された基板にTABテープが取り付けられ、そのTABテープを介して駆動回路としての機能を有するプリント配線板が取り付けられた構成のモジュールを、本明細書では特に駆動回路外付け型モジュールと呼ぶことにする。

【0328】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機発光素子には、本発明で開示した有機発光素子のいずれを用いてもよい。

【0329】〔実施例16〕本実施例では、実施例10、実施例11、もしくは実施例13に示した発光装置にプリント配線板を設けてモジュール化した例を示す。

【0330】図33(a)に示すモジュールは、基板12101(ここでは、画素部12102、データ信号側駆動回路12103、ゲート信号側駆動回路12104、配線12103a、12104aを含む)にTABテープ12105aが取り付けられ、そのTABテープ12105aを介してプリント配線板12106aが取り付けられている。プリント配線板12106aの機能ブロック図を図33(b)に示す。

【0331】図33(b)に示すように、プリント配線板12106の内部には少なくともI/Oポート12107、12110、コントロール部12108として機能するICが設けられている。なお、ここではメモリ部12109を設けてあるが、必ずしも必要ではない。またコントロール部12108は、駆動回路の制御、映像データの補正などをコントロールするための機能を有した部位である。

【0332】このように、有機発光素子の形成された基板にコントローラーとしての機能を有するプリント配線板が取り付けられた構成のモジュールを、本明細書では特にコントローラ外付け型モジュールと呼ぶことにする。

【0333】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機発光素子には、本発明で開示した有機発光素子のいずれを用いてもよい。

【0334】〔実施例17〕本実施例では、有機発光素子を、デジタル時間階調表示により駆動する発光装置の例を示す。本実施例の発光装置は、デジタル時間階調表示により均一な像を得ることができ、非常に有用である。

【0335】有機発光素子を用いた画素の、回路構成を図34(a)に示す。Trはトランジスタ、Csはストレージキャパシタを表す。この回路においては、ゲート線が選択されると、電流がソース線からTr1に流れ、その信号に対応する電圧がCsに蓄積される。そして、Tr2のゲー

トおよびソース間の電圧 (V_{gs}) により制御される電流が、 $Tr1$ および有機発光素子に流れることになる。

【0338】 $Tr1$ が選択されたあとは、 $Tr1$ はオフ状態となり、 Cs の電圧 (V_{gs}) が保持される。したがって、 V_{gs} に依存するだけの電流を流し続けることができる。

【0337】このような回路を、デジタル時間階調表示により駆動するチャートを図34 (b)に示す。すなわち、1フレームを複数のサブフレームに分割するわけだが、図34 (b)では、1フレームを6つのサブフレームに分割する8ビット階調とした。この場合、それぞれのサブフレーム発光期間の割合は、32:16:8:4:2:1となる。

【0338】本実施例におけるTF基板の駆動回路の概要を図34 (c)に示す。ゲートドライバおよびソースドライバは同じ基板上に設けられている。本実施例では、画素回路およびドライバは、デジタル駆動するように設計されているため、TF特性のばらつきの影響を受けることなく、均一な像を得ることができる。

【0339】【実施例18】有機発光素子を用いた発光装置は自発光型であるため、液晶表示装置に比べ、明るい場所での視認性に優れ、視野角が広い。従って、様々な電気器具の表示部に用いることができる。

【0340】本発明により作製した発光装置を用いた電気器具として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ (ヘッドマウントディスプレイ)、ナビゲーションシステム、音響再生装置 (カーオーディオ、オーディオコンポ等)、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末 (モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等)、記録媒体を備えた画像再生装置 (具体的にはデジタルビデオディスク (DVD) 等の記録媒体を再生し、その画像を表示する表示装置を備えた装置) などが挙げられる。特に、斜め方向から画面を見る機会が多い携帯情報端末は、視野角の広さが重要視されるため、有機発光素子を有する発光装置を用いることが好ましい。それら電気器具の具体例を図12に示す。

【0341】図12 (A) は表示装置であり、筐体2001、支持台2002、表示部2003、スピーカー部2004、ビデオ入力端子2005等を含む。本発明により作製した発光装置は、表示部2003に用いることができる。有機発光素子を有する発光装置は自発光型であるためバックライトが必要なく、液晶表示装置よりも薄い表示部とすることができる。なお、表示装置は、パソコン用、TV放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。

【0342】図12 (B) はデジタルステルカメラであり、本体2101、表示部2102、受像部2103、操作キー2104、外部接続ポート2105、シャッター2106等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2102に用いることができる。

【0343】図12 (C) はノート型パーソナルコンピュータであり、本体2201、筐体2202、表示部2203、キーボード2204、外部接続ポート2205、ポインティングマウス2206等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2203に用いることができる。

【0344】図12 (D) はモバイルコンピュータであり、本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2302に用いることができる。

【0345】図12 (E) は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置 (具体的にはDVD再生装置) であり、本体2401、筐体2402、表示部A2403、表示部B2404、記録媒体 (DVD等) 読み込み部2405、操作キー2406、スピーカー部2407等を含む。表示部A2403は主として画像情報を表示し、表示部B2404は主として文字情報を表示するが、本発明により作製した発光装置はこれら表示部A、B2403、2404に用いることができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

【0346】図12 (F) はゴーグル型ディスプレイ (ヘッドマウントディスプレイ) であり、本体2501、表示部2502、アーム部2503を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2502に用いることができる。

【0347】図12 (G) はビデオカメラであり、本体2601、表示部2602、筐体2603、外部接続ポート2604、リモコン受信部2605、受像部2606、バッテリー2607、音声入力部2608、操作キー2609等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2602に用いることができる。

【0348】ここで図12 (H) は携帯電話であり、本体2701、筐体2702、表示部2703、音声入力部2704、音声出力部2705、操作キー2706、外部接続ポート2707、アンテナ2708等を含む。本発明により作製した発光装置は、表示部2703に用いることができる。なお、表示部2703は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電力を抑えることができる。

【0349】なお、将来的に有機材料の発光輝度が高くなれば、出力した画像情報を含む光をレンズ等で拡大投影してフロント型若しくはリア型のプロジェクターに用いることも可能となる。

【0350】また、上記電気器具はインターネットやCATV (ケーブルテレビ) などの電子通信回線を通じて配信された情報を表示することが多くなり、特に動画情報を表示する機会が増してきている。有機材料の応答速度は非常に高いため、発光装置は動画表示に好ましい。

【0351】また、発光装置は発光している部分が電力を消費するため、発光部分が極小になるように情報を表示することが好ましい。従って、携帯情報端末、特に携帯電話や音響再生装置のような文字情報を主とする表示部に発光装置を用いる場合には、非発光部分を背景として文字情報を発光部分で形成するように駆動することが好ましい。

【0352】以上の様に、本発明を用いて作製された発光装置の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に用いることが可能である。また、本実施例の電気器具は本発明で開示した有機発光素子を有する発光装置のいずれをその表示部に用いることができる。

【0353】【実施例19】上記実施例で述べた本発明の発光装置は、低消費電力で寿命が長いという利点を有する。したがって、前記発光装置が表示部等として含まれる電気器具は、従来よりも低い消費電力で動作可能であり、なおかつ長保ちする電気器具となる。特に電源としてバッテリーを使用する携帯機器のような電気器具に関しては、低消費電力化が便利さに直結する（電池切れが速くにくい）ため、極めて有用である。

【0354】また、前記発光装置は、自発光型であることから液晶表示装置のようなバックライトは必要なく、有機化合物膜の厚みも1μmに満たないため、薄型軽量化が可能である。したがって、前記発光装置が表示部等として含まれる電気器具は、従来よりも薄型軽量の電気器具となる。このことも、特に携帯機器のような電気器具に関して、便利さ（持ち運びの際の軽さやコンパクトさ）に直結するため、極めて有用である。さらに、電気器具全般においても、薄型である（かさばらない）ことは運送面（大量輸送が可能）、設置面（部数などのスペース確保）からみても有用であることは疑いない。

【0355】なお、前記発光装置は自発光型であるために、液晶表示装置に比べて明るい場所での視認性に優れ、しかも視野角が広いという特徴を持つ。したがって、前記発光装置を表示部として有する電気器具は、表示の見やすさの点でも大きなメリットがある。

【0356】すなわち、本発明の発光装置を用いた電気器具は、薄型軽量・高視認性といった従来の有機発光素子の長所に加え、低消費電力・長寿命という特長も保有しており、極めて有用である。

【0357】本実施例では、本発明の発光装置を表示部として含む電気器具を例示する。その具体例を図35および図36に示す。なお、本実施例の電気器具に含まれる有機発光素子には、本発明で開示した素子のいずれを用いてもよい。また、本実施例の電気器具に含まれる発光装置の形態は、図24～図34のいずれの形態を用いてもよい。

【0358】図35(a)は有機発光素子を用いたディスプレイであり、筐体12301a、支持台12302a、表示部12303aを含む。本発明の発光装置を表

示部12303aとして用いたディスプレイを作製することにより、薄く軽量で、長保ちするディスプレイを実現できる。よって、輸送が簡便になり、設置の際の省スペースが可能となる上に、寿命も長い。

【0359】図35(b)はビデオカメラであり、本体12301b、表示部12302b、音声入力部12303b、操作スイッチ12304b、バッテリー12305b、受像部12306bを含む。本発明の発光装置を表示部2302bとして用いたビデオカメラを作製することにより、消費電力が少なく、軽量のビデオカメラを実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも簡便になる。

【0360】図35(c)はデジタルカメラであり、本体12301c、表示部12302c、接眼部12303c、操作スイッチ12304cを含む。本発明の発光装置を表示部12302cとして用いたデジタルカメラを作製することにより、消費電力が少なく、軽量のデジタルカメラを実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも簡便になる。

20 【0361】図35(d)は記録媒体を備えた画像再生装置であり、本体12301d、記録媒体(CD、LD、またはDVDなど)12302d、操作スイッチ12303d、表示部(A)12304d、表示部(B)12305dを含む。表示部(A)12304dは主として画像情報を表示し、表示部(B)12305dは主として文字情報を表示する。本発明の発光装置をこれら表示部(A)12304dや表示部(B)12305dとして用いた前記画像再生装置を作製することにより、消費電力が少なく軽量な上に、長保ちする前記画像再生装置を実現できる。なお、この記録媒体を備えた画像再生装置には、CD再生装置、ゲーム機器なども含む。

30 【0362】図35(e)は携帯型（モバイル）コンピュータであり、本体12301e、表示部12302e、受像部12303e、操作スイッチ12304e、メモリスロット12305eを含む。本発明の発光装置を表示部12302eとして用いた携帯型コンピュータを作製することにより、消費電力が少なく、薄型軽量の携帯型コンピュータを実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも簡便になる。なお、この携帯型コンピュータはフラッシュメモリや不揮発性メモリを集積化した記録媒体に情報を記録したり、それを再生したりすることができる。

40 【0363】図35(f)はパーソナルコンピュータであり、本体12301f、筐体12302f、表示部12303f、キーボード12304fを含む。本発明の発光装置を表示部12303fとして用いたパーソナルコンピュータを作製することにより、消費電力が少なく、薄型軽量のパーソナルコンピュータを実現できる。特に、ノートパソコンのように持ち歩きに必要の場合、電池の消費量や軽さの点で大きなメリットとなる。

【0364】なお、上記電気器具はインターネットなどの電子通信回線や電波などの無線通信を通じて配信される情報を表示することが多くなってきており、特に動画情報を表示する機会が増えている。有機発光素子の応答速度は非常に速く、そのような動画表示に好適である。

【0365】次に、図36(a)は携帯電話であり、本体12401a、音声出力部12402a、音声入力部12403a、表示部12404a、操作スイッチ12405a、アンテナ12406aを含む。本発明の発光装置を表示部12404aとして用いた携帯電話を作製することにより、消費電力が少なく、薄型軽量の携帯電話を実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運ぶにも楽になる上にコンパクトな本体にできる。

【0366】図36(b)は音響機器（具体的には車載用オーディオ）であり、本体12401b、表示部12402b、操作スイッチ12403b、12404bを含む。本発明の発光装置を表示部12402bとして用いた音響機器を作製することにより、消費電力が少なく、軽量の音響機器を実現できる。また、本実施例では車載用オーディオを例として示すが、家庭用オーディオに用いても良い。

【0367】なお、図35、図36で示したような電気器具において、さらに光センサを内蔵させ、使用環境の明るさを検知する手段を設けることで、使用環境の明るさに応じて発光輝度を調整させるような機能を持たせることは有効である。使用者は、使用環境の明るさに比べてコントラスト比で100〜150の明るさを確保できれば、問題なく画像もしくは文字情報を確認できる。すなわち、使用環境が明るい場合は画像の輝度を上げて見やすくし、使用環境が暗い場合は画像の輝度を抑えて消費電力を抑えるといったことが可能となる。

【0368】また、本発明の発光装置を光源として用いた様々な電気器具も、低消費電力での動作や薄型軽量化が可能であるため、非常に有用と言える。代表的には、液晶表示装置のバックライトもしくはフロントライトといった光源、または照明機器の光源として本発明の発光装置を含む電気器具は、低消費電力の実現や薄型軽量化が可能である。

【0369】したがって、本実施例に示した図35、図36の電気器具の表示部を、全て液晶ディスプレイにする場合においても、その液晶ディスプレイのバックライトもしくはフロントライトとして本発明の発光装置を用いた電気器具を作製することにより、消費電力が少なく、薄く、軽量の電気器具が達成できる。

【0370】【実施例20】本実施例では、本発明で開示した有機発光素子に一定の電流を流すことにより駆動する、アクティブマトリクス型の定電流駆動回路の例を示す。その回路構成を図37に示す。

【0371】図37に示す画素12810は、信号線Si、第1走査線Gj、第2走査線Pj及び電源線Viを

有している。また画素12810は、Tr1、Tr2、Tr3、Tr4、混合接合型の有機発光素子12811及び保持容量12812を有している。

【0372】Tr3とTr4のゲートは、共に第1走査線Gjに接続されている。Tr3のソースとドレインは、一方は信号線Siに、もう一方はTr2のソースに接続されている。またTr4のソースとドレインは、一方はTr2のソースに、もう一方はTr1のゲートに接続されている。つまり、Tr3のソースとドレインのいずれか一方と、Tr4のソースとドレインのいずれか一方とは、接続されている。

【0373】Tr1のソースは電源線Viに、ドレインはTr2のソースに接続されている。Tr2のゲートは第2走査線Pjに接続されている。そしてTr2のドレインは有機発光素子12811が有する画素電極に接続されている。有機発光素子12811は、画素電極と、対向電極と、画素電極と対向電極の間に設けられた有機発光層とを有している。有機発光素子12811の対向電極は発光パネルの外部に設けられた電源によって一定の電圧が与えられている。

【0374】なお、Tr3とTr4は、nチャネル型TFTとpチャネル型TFTのどちらでも良い。ただし、Tr3とTr4の極性は同じである。また、Tr1はnチャネル型TFTとpチャネル型TFTのどちらでも良い。Tr2は、nチャネル型TFTとpチャネル型TFTのどちらでも良い。発光素子の画素電極と対向電極は、一方が陽極であり、他方が陰極である。Tr2がpチャネル型TFTの場合、陽極を画素電極として用い、陰極を対向電極として用いるのが望ましい。逆に、Tr2がnチャネル型TFTの場合、陰極を画素電極として用い、陽極を対向電極として用いるのが望ましい。

【0375】保持容量12812はTr1のゲートとソースとの間に形成されている。保持容量12812はTr1のゲートとソースの間の電圧(V_{ss})をより確実に維持するために設けられているが、必ずしも設ける必要はない。

【0376】図37に示した画素では、信号線Siに供給される電流を信号線駆動回路が有する電流源において制御されている。

【0377】以上のような回路構成を適用することにより、有機発光素子に一定の電流を流して輝度を一定に保とうとする定電流駆動が可能となる。本発明で開示した混合領域を有する有機発光素子は従来の有機発光素子に比べて寿命が長い、上記のような定電流駆動を実施することでさらに長寿命化を図ることができるため、有効である。

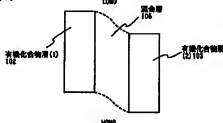
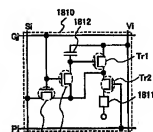
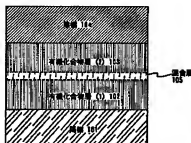
【0378】

【発明の効果】以上のように、本発明により積層構造を有する有機化合物層の界面において、それぞれの有機化合物層を形成する有機化合物からなる混合層を形成する

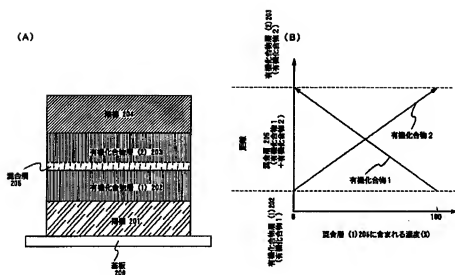
- * 【図 15】 蒸着装置を示す図。
- 【図 16】 不純物層の形成を示す図。
- 【図 17】 有機発光素子の構造を示す図。
- 【図 18】 濃度プロファイルを示す図。
- 【図 19】 濃度プロファイルを示す図。
- 【図 20】 混合領域の状態を表す図。
- 【図 21】 有機発光素子の構造を示す図。
- 【図 22】 有機発光素子の構造を示す図。
- 【図 23】 蒸着装置を示す図。
- 【図 24】 発光装置の断面構造を示す図。
- 【図 25】 発光装置の断面構造を示す図。
- 【図 26】 発光装置の断面構造を示す図。
- 【図 27】 発光装置の上面構造および断面構造を示す図。
- 【図 28】 発光装置の上面構造および断面構造を示す図。
- 【図 29】 発光装置の上面構造および断面構造を示す図。
- 【図 30】 カラーフィルターを用いた発光装置の概略を示す図。
- 【図 31】 色変換層を用いた発光装置の概略を示す図。
- 【図 32】 発光装置の構成を示す図。
- 【図 33】 発光装置の構成を示す図。
- 【図 34】 発光装置の構成を示す図。
- 【図 35】 電気器具の具体例を示す図。
- 【図 36】 電気器具の具体例を示す図。
- 【図 37】 発光装置の回路構成を説明する図。

【図 14】 有機界面の状態を表す図。

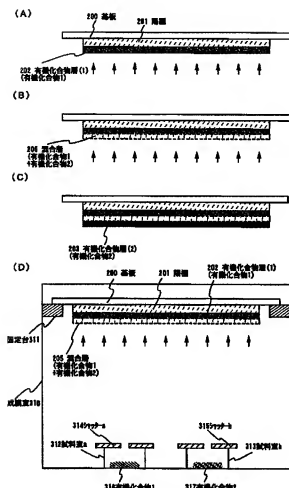
【圖37】



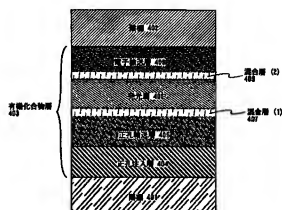
【図2】



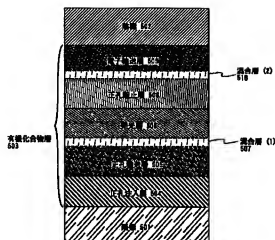
【図3】



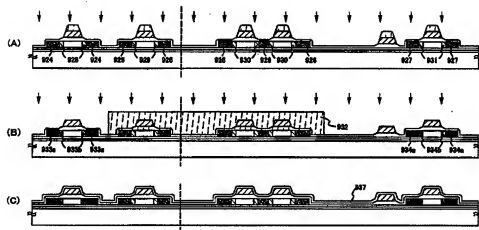
【図4】



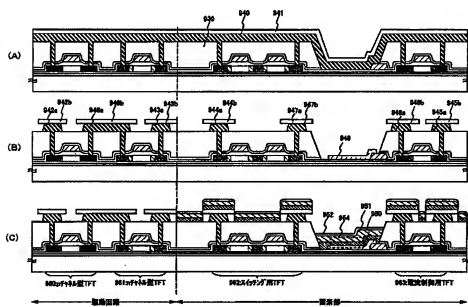
【図5】



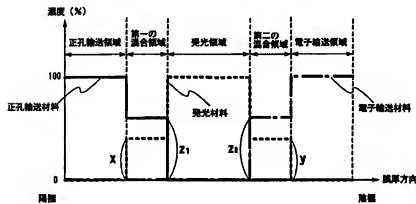
【図8】



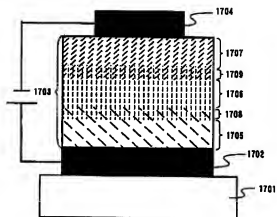
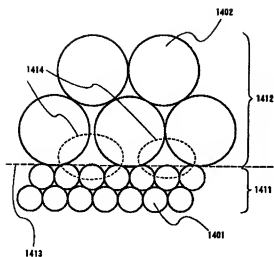
【図9】



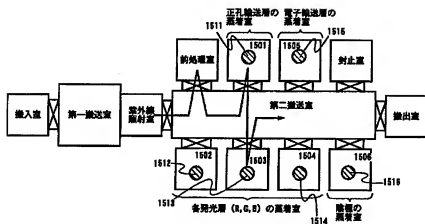
【図18】



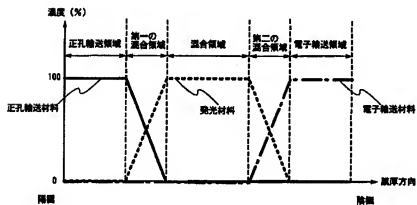
【圖 17】



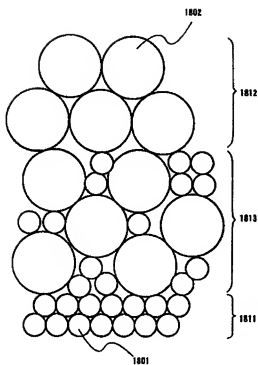
【圖15】



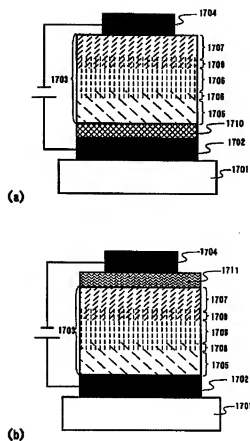
【圖 19】



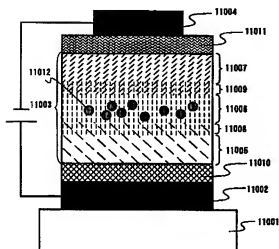
【図20】



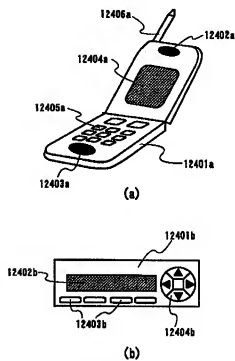
【図21】



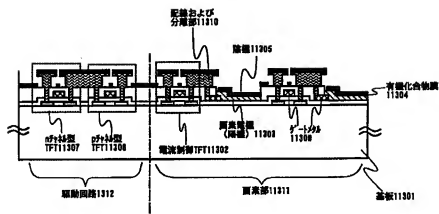
【図22】



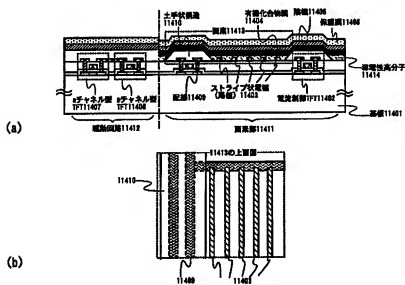
【図36】



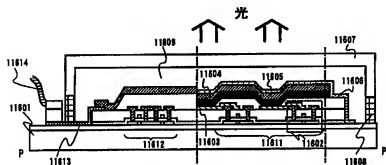
【図25】



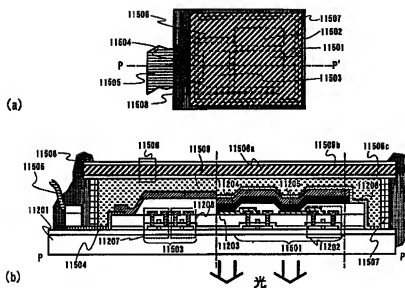
【図26】



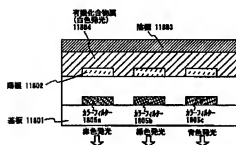
【図28】



【図27】

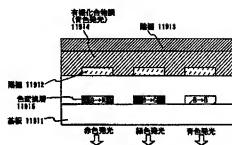


【図30】

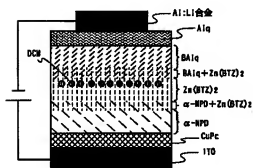


(a) 35-70nm方式

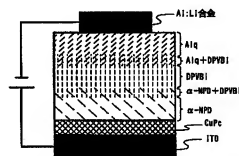
【図31】



(a) 色変換 (CCM) 方式

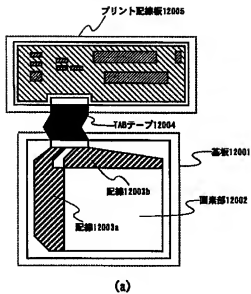


(a) 白色発光素子の例

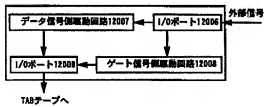


(b) 青色発光素子の例

【図32】

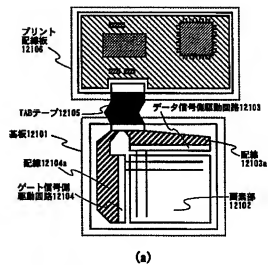


(a)

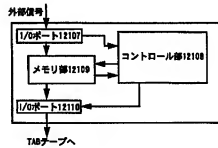


(b)

【図33】

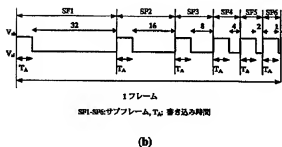
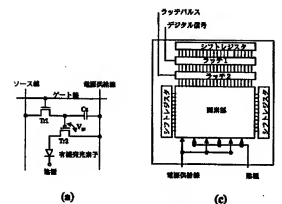


(a)

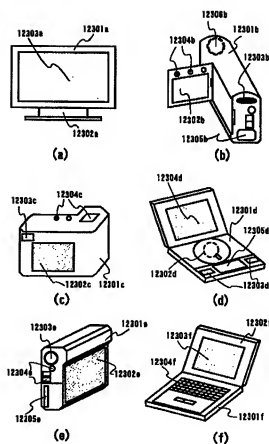


(b)

【図34】



【図35】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H05B 33/22

識別記号

F I
H05B 33/22

テーマコード (参考)

B
D

F ターム (参考) 3K007 AB03 AB04 AB06 AB11 BA06
BB07 DA01 DB03 EB00
5C094 AA08 AA22 AA24 AA31 BA03
BA27 CA19 CA24 DA09 DA13
DB01 DB04 EA04 EA05 ED03
FA02 FB01 FB20

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第1区分

【発行日】平成17年7月28日(2005.7.28)

【公開番号】特開2002-324680(P2002-324680A)

【公開日】平成14年11月8日(2002.11.8)

【出願番号】特願2001-395213(P2001-395213)

【国際特許分類第7版】

H 0 5 B 33/14

G 0 9 F 9/30

H 0 5 B 33/10

H 0 5 B 33/12

H 0 5 B 33/22

【F I】

H 0 5 B 33/14 B

G 0 9 F 9/30 3 3 8

G 0 9 F 9/30 3 6 5 Z

H 0 5 B 33/10

H 0 5 B 33/12 E

H 0 5 B 33/22 B

H 0 5 B 33/22 D

【手続補正書】

【提出日】平成16年12月21日(2004.12.21)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】発光素子およびそれを用いた発光装置、電気器具

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

電極間に、正孔輸送領域と、発光領域と、電子輸送領域と、を有し、

前記正孔輸送領域は正孔輸送材料からなり、

前記発光領域は発光材料からなり、

前記電子輸送領域は電子輸送材料からなり、

前記正孔輸送領域と前記発光領域との間には前記正孔輸送材料と前記発光材料とを含む
第1の混合領域を有し、

前記電子輸送領域と前記発光領域との間には前記電子輸送材料と前記発光材料とを含む
第2の混合領域を有する

ことを特徴とする発光素子。

【請求項2】

電極間に、正孔輸送領域と、発光領域と、電子輸送領域と、を有し、

前記正孔輸送領域は正孔輸送材料からなり、

前記発光領域は発光材料がホスト材料に添加されてなり、

前記電子輸送領域は電子輸送材料からなり、

前記正孔輸送領域と前記発光領域との間には前記正孔輸送材料と前記ホスト材料とを含む第1の混合領域を有し、

前記電子輸送領域と前記発光領域との間には前記電子輸送材料と前記ホスト材料とを含む第2の混合領域を有する

ことを特徴とする発光素子。

【請求項3】

前記発光材料の励起エネルギーは、前記正孔輸送材料の励起エネルギー及び前記電子輸送材料の励起エネルギーよりも低いことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の発光素子。

【請求項4】

前記発光材料は三重項発光材料であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項5】

前記第1の混合領域において、前記正孔輸送材料の濃度は前記正孔輸送領域から前記発光領域の方に向かって減少し、

前記第2の混合領域において、前記電子輸送材料の濃度は前記電子輸送領域から前記発光領域の方に向かって減少する

ことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項6】

電極間に、正孔輸送層と、発光層と、電子輸送層と、を有し、

前記正孔輸送層は正孔輸送材料からなり、

前記発光層は発光材料からなり、

前記電子輸送層は電子輸送材料からなり、

前記正孔輸送層と前記発光層との間には前記正孔輸送材料と前記発光材料とを含む第1の混合層を有し、

前記電子輸送層と前記発光層との間には前記電子輸送材料と前記発光材料とを含む第2の混合層を有する

ことを特徴とする発光素子。

【請求項7】

電極間に、正孔輸送層と、発光層と、電子輸送層と、を有し、

前記正孔輸送層は正孔輸送材料からなり、

前記発光層は発光材料がホスト材料に添加されてなり、

前記電子輸送層は電子輸送材料からなり、

前記正孔輸送層と前記発光層との間には前記正孔輸送材料と前記ホスト材料とを含む第1の混合層を有し、

前記電子輸送層と前記発光層との間には前記電子輸送材料と前記ホスト材料とを含む第2の混合層を有する

ことを特徴とする発光素子。

【請求項8】

前記発光材料の励起エネルギーは、前記正孔輸送材料の励起エネルギー及び前記電子輸送材料の励起エネルギーよりも低いことを特徴とする請求項6または請求項7に記載の発光素子。

【請求項9】

前記発光材料は三重項発光材料であることを特徴とする請求項6乃至請求項8のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項10】

前記第1の混合層において、前記正孔輸送材料の濃度は前記正孔輸送層から前記発光層の方に向かって減少し、

前記第2の混合層において、前記電子輸送材料の濃度は前記電子輸送層から前記発光層

の方に向かって減少する

ことを特徴とする請求項 6 乃至請求項 9 のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項 11】

電極間に、順に積層された、正孔輸送層と、発光層と、正孔阻止層と、電子輸送層と、を有し、

前記正孔輸送層は正孔輸送材料からなり、

前記発光層は発光材料からなり、

前記正孔阻止層はブロッキング材料からなり、

前記電子輸送層は電子輸送材料からなり、

前記正孔輸送層と前記発光層との間には前記正孔輸送材料と前記発光材料とを含む第 1 の混合層を有し、

前記電子輸送層と前記正孔阻止層との間には前記電子輸送材料と前記ブロッキング材料とを含む第 2 の混合層を有する

ことを特徴とする発光素子。

【請求項 12】

電極間に、順に積層された、正孔輸送層と、発光層と、正孔阻止層と、電子輸送層と、を有し、

前記正孔輸送層は正孔輸送材料からなり、

前記発光層は発光材料がホスト材料に添加されてなり、

前記正孔阻止層はブロッキング材料からなり、

前記電子輸送層は電子輸送材料からなり、

前記正孔輸送層と前記発光層との間には前記正孔輸送材料と前記ホスト材料とを含む第 1 の混合層を有し、

前記電子輸送層と前記正孔阻止層との間には前記電子輸送材料と前記ブロッキング材料とを含む第 2 の混合層を有する

ことを特徴とする発光素子。

【請求項 13】

前記発光層において形成される分子励起子の励起エネルギーレベルは、前記ブロッキング材料の励起エネルギーレベルよりも小さいことを特徴とする請求項 11 または請求項 12 に記載の発光素子。

【請求項 14】

前記発光材料は三重項発光材料であることを特徴とする請求項 11 乃至請求項 13 のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項 15】

前記第 1 の混合層において、前記正孔輸送材料の濃度は前記正孔輸送層から前記発光層の方に向かって減少し、

前記第 2 の混合層において、前記電子輸送材料の濃度は前記電子輸送層から前記正孔阻止層の方に向かって減少する

ことを特徴とする請求項 11 乃至請求項 14 のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項 16】

電極間に、順に積層された、正孔注入層と、正孔輸送層と、発光層と、電子輸送層と、電子注入層とを有し、

前記正孔注入層は正孔注入材料からなり、

前記正孔輸送層は正孔輸送材料からなり、

前記発光層は発光材料からなり、

前記電子輸送層は電子輸送材料からなり、

前記電子注入層は電子注入材料からなり、

前記正孔輸送層と前記正孔注入層との間には前記正孔輸送材料と前記正孔注入材料とを含む第 1 の混合層を有し、

前記電子輸送層と前記電子注入層との間には前記電子輸送材料と前記電子注入材料とを

含む第2の混合層を有する
ことを特徴とする発光素子。

【請求項17】

電極間に、順に積層された正孔注入層と、正孔輸送層と、発光層と、電子輸送層と、電子注入層とを有し、

前記正孔注入層は正孔注入材料からなり、

前記正孔輸送層は正孔輸送材料からなり、

前記発光層は発光材料がホスト材料に添加されてなり、

前記電子輸送層は電子輸送材料からなり、

前記電子注入層は電子注入材料からなり、

前記正孔輸送層と前記正孔注入層との間には前記正孔輸送材料と前記正孔注入材料とを含む第1の混合層を有し、

前記電子輸送層と前記電子注入層との間には前記電子輸送材料と前記電子注入材料とを含む第2の混合層を有する

ことを特徴とする発光素子。

【請求項18】

前記発光材料の励起エネルギーは、前記正孔輸送材料の励起エネルギー及び前記電子輸送材料の励起エネルギーよりも低いことを特徴とする請求項16または請求項17に記載の発光素子。

【請求項19】

前記発光材料は三重項発光材料であることを特徴とする請求項16乃至請求項18のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項20】

前記第1の混合層において、前記正孔輸送材料の濃度は前記正孔輸送層から前記正孔注入層の方に向かって減少し、

前記第2の混合層において、前記電子輸送材料の濃度は前記電子輸送層から前記電子注入層の方に向かって減少する

ことを特徴とする請求項16乃至請求項19のいずれか一項に記載の発光素子。

【請求項21】

請求項1乃至請求項20のいずれか一項に記載の発光素子を画素部に含むことを特徴とする発光装置。

【請求項22】

請求項1乃至請求項20のいずれか一項に記載の発光素子を含む画素部と、駆動回路とを有し、前記画素部のTFTと前記駆動回路のTFTとは同一基板上に設けられていることを特徴とする発光装置。

【請求項23】

請求項21または請求項22に記載の発光装置を表示部に用いていることを特徴とする電気器具。